

20709
18 MAR. 1926

ДП 11051

ПРОФ. В.Н. ОБРАЗЦОВ.



ИЗДАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
ПО ПРОСВЕЩЕНИЮ НА ТРАНСПОРТЕ.

МОСКВА - 1925

IV 15/8

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

ANNUAL REPORT OF THE
UNIVERSITY OF CHICAGO



THE UNIVERSITY OF CHICAGO LIBRARY

ANNUAL REPORT OF THE
UNIVERSITY OF CHICAGO

ДН 11051

Профессор В. Н. ОБРАЗЦОВ

12 ЭКСКУРСИЙ НА ЖЕЛЕЗНУЮ ДОРОГУ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ЭКСКУРСИЙ С УЧАЩИМИСЯ.

Рекомендовано ГУС'ом
в качестве пособия
при ведении экскурсий
для средних и выс-
ших технических школ.

19561

ПРОВЕРКА
2007

Перенесено
1950



Центральное Управление по Просвещению на транспорте
МОСКВА — 1925

Профессор В. Н. Овьянов

ЖЕЛЕЗНУЮ ДОРОГУ НА ЭКСКАУРСИИ НА

ПОСЛЕДНИЕ ДНИ ПРОВЕДЕНИЯ
ЭКСКУРСИИ

5-я ТИПОГРАФИЯ
"ТРАНСПЕЧАТИ НКПС"
"ПРОЛЕТАРСКОЕ СЛОВО"
Южный переулок, дом № 4.
Главит № 45773 тир. 5.000.

Всего издано 5.000 экз.
в том числе: 1.000 экз. —
для продажи, 4.000 экз. —
для бесплатного раздачи.

ПРОЛЕТАРСКОЕ
СЛОВО
7000



Моск. — 1932
Центральное Управление по Просвещению на транспорте

ПРЕДИСЛОВИЕ.

«Первое требование дидактики заключается в том, что преподавание должно быть связано с существующими у учащихся интересами для того, чтобы оно не впало в самую дурную из всех ошибок—ошибку стать скучным».

Штенкель *).

Стремление придать последним группам общеобразовательных школ до некоторой степени профессиональный характер вызывает естественное желание ознакомить учащихся школ при железных дорогах с железной дорогой, ее устройством и работой.

Настоящий труд имеет целью облегчить эту задачу для преподавателей.

Самый метод изучения основан на экскурсиях, к которым, конечно, преподаватель подготавливает учащихся и которые по их проведении обрабатываются вновь в классе. Для того, чтобы ближе связать материал экскурсий со всей остальной педагогической работой—в темах экскурсий и в их проработке я постарался обратить возможно большее внимание на использование сведений по физике, механике, географии, геологии, математике и другим предметам курса 2-ой ступени. Это позволит учащимся на практике увидеть, какое жизненное значение имеют для них полученные ими знания и, конечно, поднимет интерес к ним, а для преподавателя позволит оживить преподавание. Весь труд разделен мною на 12 отдельных экскурсий, скомбинированных таким образом, чтобы, начиная примерно с половины сентября, закончить экскурсии к половине июня. Темы для экскурсий выбраны такие, что они легко могут быть проработаны в любом крупном железнодорожном узле, а большинство даже и вообще на любом железнодорожном участке. В каждой теме даны примеры и задачи для разработки учащимися, как применение их сведений к жизни. В конце книги приводятся некоторые литературные данные, позволяющие также использовать их для задач и подсчетов.

Экскурсии расположены в порядке, позволяющем систематически знакомиться с железной дорогой.

В. ОБРАЗЦОВ.

*, По Гаффштенгелю — «Техническое мышление и творчество».

ПРЕДПОСЛОВИЕ

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и спорных вопросов философии. В течение веков философы и художники пытались ответить на этот вопрос, но до сих пор не существует единого мнения.

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и спорных вопросов философии. В течение веков философы и художники пытались ответить на этот вопрос, но до сих пор не существует единого мнения.

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и спорных вопросов философии. В течение веков философы и художники пытались ответить на этот вопрос, но до сих пор не существует единого мнения.

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и спорных вопросов философии. В течение веков философы и художники пытались ответить на этот вопрос, но до сих пор не существует единого мнения.

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и спорных вопросов философии. В течение веков философы и художники пытались ответить на этот вопрос, но до сих пор не существует единого мнения.

Вопрос о том, что такое искусство, является одним из самых сложных и спорных вопросов философии. В течение веков философы и художники пытались ответить на этот вопрос, но до сих пор не существует единого мнения.

1. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ ЛЕТОМ.

1. Особенности железных дорог. Сила тяги.

Главное отличие железной дороги от шоссейной и грунтовой состоит прежде всего в том, что здесь телеги, называемые вагонами, едут не прямо по дороге, а по металлическим балкам-рельсам и при том идут не по отдельности, а целыми поездами, которые тянет паровоз.

Всем известно, что чем глаже путь, тем легче тащить по нему груз; толкнуть и сдвинуть груженую телегу по обычной грунтовой дороге человек не в состоянии, толкнуть телегу по шоссе уже легче, а тянуть сани по снегу еще легче. Рельсы представляют такой гладкий путь, по которому тащить еще легче, чем по шоссе или по снегу.

Если взять очень сильные пружинные весы (динамометр), один конец их прикрепить к телеге, а за другой тянуть, то стрелка весов, раньше чем потащить груз (см. чер. 1а), передвинется и покажет нам, какая сила нужна для того, чтобы тянуть груз. Опыты показывают, что по плохой грунтовой дороге сила, нужная для передвижения телеги = 0,100 от веса телеги, т.е. если телега весит 800 килогр., то нужная сила составит $800 \times 0,100$ = всего 80 килогр.

По хорошей грунтовой дороге сила эта = . . . 0,050 от веса
По шоссе » » » . . . 0,030 » »
А по железной дороге—всего 0,003 » »

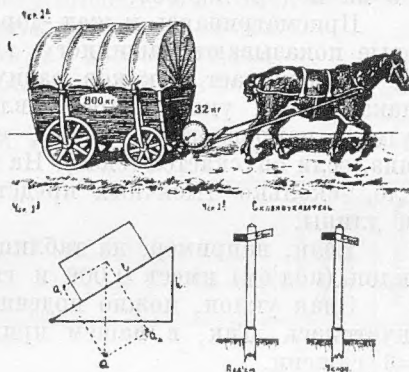
Величина, показывающая, во сколько раз нужная для передвижения сила меньше веса, называется коэффициентом сопротивления— f ; если нужная сила— T , а вес телеги Q , то $T=fQ$; для случая на чертеже 1а

$$f = \frac{32}{800} = 0,04.$$

Таким образом, если паровоз по ровному месту тянет поезд в 1000 т., то он тратит силу всего в $0,003 \times 1000 = 3$ тонны.

2. Уклоны.

Но такая сила тратится только на ровном, прямом и горизонтальном пути. Если нужно подниматься вверх или поворачиваться, то затрата силы увеличивается. Из физики и геометрии мы знаем, что на наклонной плоскости сила веса тела Q разлагается (чер. 1б) на Q_1 , параллельную плоскости и Q_2 —перпендикулярную плоскости, а потому давление тела на плоскость уменьшается: $Q_2 < Q$, но зато сила Q_1 —тянет вниз



Чер. 1а. 6. в.

и потому, чтобы тащить вверх, нужно затратить еще силу Q_1 ; при движении вверх по наклону нужно тратить в общем силу $Q_2 f + Q_1$; по чертежу: $Q : Q_1 = h : l$ или $Q_1 = Q \frac{h}{l}$; величина $\frac{h}{l}$ называется уклоном дороги, а потому полный расход силы на передвижение по под'ему (вверх) или скату (вниз) $= Q_2 f \pm Q_1$, где $+$ берется при движении вверх, а $-$ при движении вниз.

Чтобы вторая сила была возможно меньше, железные дороги строятся с очень маленькими уклонами; уклоны на большинстве русских дорог не превышают 0,008—0,012; при таких уклонах величина Q_2 почти не отличается от Q , а потому сила тяги обыкновенно берется $T = Qf \pm Qi = Q(f \pm i)$.

Задачи: 1) Рассчитайте, какую силу тяги должен иметь паровоз для под'ема поезда в 1000 тонн на под'ем в 0,008.

2) Принимая средний вес: паровоза с тендером в 160 тонн, груженого вагона в 25 тонн и порожнего в 8 тонн, рассчитайте, какую силу тратит паровоз, поднимая поезд в 40 груженных и 20 порожних вагонов на под'ем в 0,009.

Присматриваясь к жел.-дор. линии, мы увидим на ней знаки, которые показывают машинисту, где дорога поднимается, где опускается, где поворачивает и каков радиус закругления. Присмотритесь к этим знакам; знак уклона представляет дощечку, расположенную поперек пути, и направленную вверх, если дорога поднимается (под'ем), или вниз, если опускается (скат). На таблице в виде дроби написано: в числителе, сколько тысячных представляет уклон, а в знаменателе, какой он длины.

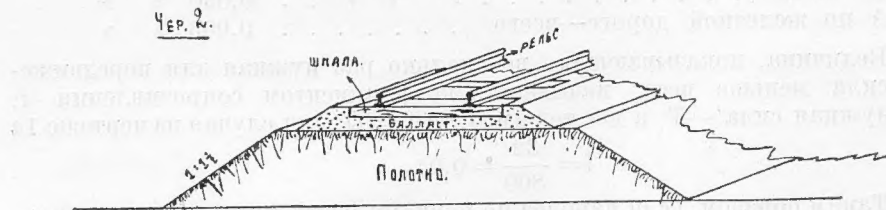
Если, например, на таблице (черт. 1в) написано 6/500, то, значит, уклон (под'ем) имеет 0,006 и тянется на 500 сажен.

Зная уклон, можно подсчитать, насколько дорога поднялась или опустилась. Так, в нашем примере она поднимается на $0,006 \times 500 = 3$ сажени.

3. Общее устройство дороги.

Чтобы провести дорогу с такими небольшими уклонами на местности, приходится прежде всего либо насыпать землю, пересекая долины рек и ручьев, либо наоборот, вынимать землю, пересекая горы.

Общее устройство дороги состоит, таким образом, из следующих частей (чер. 2): сверху кладутся рельсы, т.-е. металлические балки,



Чер. 2.

по которым катятся колеса паровозов и вагонов; чтобы колеса не соскочили с рельс, они имеют реборды, т.-е. свешивающиеся внутрь пути закраины.

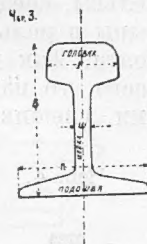
Чтобы рельсы не сдвигались ни в стороны, ни вдоль пути, они прикрепляются к поперечным брускам, так называемым шпалам.

Шпалы в свою очередь не кладутся прямо на землю, так как они при этом легко вдавливались бы в землю, были бы всегда в грязи (земля

плохо пропускает воду), легко бы загнивали; поэтому шпалы кладутся на так называемый балласт, т.-е. слой песку или щебня, который легко пропускает воду, быстро высыхает после дождя, и потому шпалы лежат в плотном и сухом слое. Балластный слой уже располагается на земляном полотне, т.-е. на земле, насыпанной или срезанной.

4. Рельсы.

Рельсы делаются из литой стали и представляют собой форму, показанную на черт. 3; нижняя часть называется подошвой, верхняя головкой, средняя шейкой. Для того, чтобы рельс мог выдерживать давление колеса паровоза и не прогнуться между шпалами—он должен иметь размеры, соответствующие весу проходящих по нему паровозов. Для этого рельс должен быть достаточно жестким; жесткость рельса при пропорциональном увеличении всех его размеров возрастает примерно пропорционально кубу его высоты, в то время как вес возрастает пропорционально квадрату высоты, а потому если размеры сечения рельса увеличить в 2 раза, то вес его увеличится в $2 \times 2 = 4$ раза, а жесткость в $2 \times 2 \times 2 = 8$ раз, и последний рельс сможет выдержать давление в 8 раз большее, чем первый.



Черт. 3.

На русских дорогах применяется, главным образом, 4 типа рельса:

	В	Е	С.	Высота рельса мм.	Жесткость рельса. *).
Тип Ia	32,4 фнт. в 1 пог. фута или		kgr. в 1 пог. mt. 43,36	140	1,67
Тип IIa ...	28,6 » » 1 » » » » » 1 » »		38,4	135	1,34
Тип IIIa ...	24,9 » » 1 » » » » » 1 » »		33,5	128	1,23
Тип IVa ...	13,0 » » 1 » » » » » 1 » »		30,9	120	1

Интересно при экскурсии выяснить:

- путем измерения высоты—какой тип рельса применен на данной дороге;
- сколько весят рельсы на протяжении одной версты этой дороги.;
- сколько стоят одни рельсы—если средняя стоимость 1 пуда рельса около 1 руб. 50 коп.

Длина рельса колеблется от 8,5 до 15 mt.

Известно, что от действия температуры тела сжимаются или расширяются. То же происходит и с рельсами. Коэффициент температурного расширения равен $\frac{1}{100.000}$ или, вернее, 0,000.011, т.-е. рельс в 1 mt длиной при повышении температуры на 30^0 удлиняется на $1 \text{ mt} \times 30 \times \frac{1}{100.000} = 0,0003 \text{ mt}$ или 0,3 mm. Разница температур доходит по Цель-

*) Жесткость рельса типа № IVa принята за единицу.

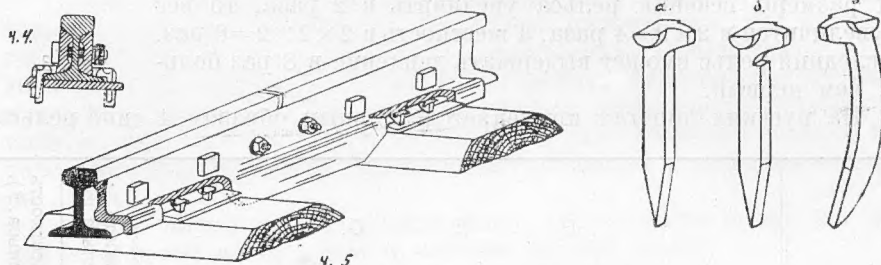
сию до 100° , что при средней длине рельса в 10,7 mt дает удлинение на 11 mm.

Вследствие этого между рельсами оставляют промежутки (зазоры) в зависимости от того, при какой температуре они укладываются.

При температуре в 0° и длине рельса в 5 сж. = 10,7 mt. зазор оставляется в 8 mm.
 » » » 50° » » » 5 » = 10,7 » » » » 2 »
 » » » -25° » » » 5 » = 10,7 » » » » 11 »

Друг с другом рельсы соединяются накладками, т.-е. двумя пластинками. Пластинки эти обхватывают рельсы с обеих сторон и соединяются с рельсом и между собою болтами (см. черт. 4). Для того, чтобы рельсы, соединенные накладками, могли удлиняться при нагревании — дыры в рельсах сделаны продолговатые и на 8 mm длиннее, чем диаметр болта. Так как посередине между шпалами рельс прогибается больше всего, то накладка в середине рельса увеличивается в поперечном сечении, свешиваясь в виде так называемого фартука.

Черт. 4.



Черт. 5 а, б, в.

К шпалам рельсы прикрепляются при помощи костылей (см. черт. 5), которые забиваются в шпалу и головкой своей придерживают рельс от поднятия и сдвига в бок.

Когда колесо вагона движется по рельсу, то, благодаря неровности хода, оно постоянно ударяет ребром в рельс и стремится таким образом либо раздвинуть рельсы, либо опрокинуть их наружу. Сила удара доходит до 60% от веса вагона.

Легко видеть, что стремясь отодвинуться, рельс все время подрезает своей подошвой внешние костыли, а стремясь опрокинуться, он вытягивает внутренние костыли. На черт. (5б и в) показано, как изнашиваются внешние и внутренние костыли.

Силы, действующие на ось, состоят из:

а) силы удара $= 0,6 Q$ (где Q — давление на колеса);

б) силы трения $= f Q = 0,3 Q$ — действующей обратно силе удара.

Разность $0,6 Q - 0,30 Q = 0,30 Q$ и действует на костыли, срезывая их головки.

В свою очередь, если обозначить высоту рельса через h , а ширину подошвы через b , то по равенству моментов $0,6 Q \times h - \frac{Q}{2} \times \frac{b}{2} = P b$, получим $P = 0,6 Q h - \frac{Q b}{2}$ — силу, стремящуюся вырвать костыли из шпалы.

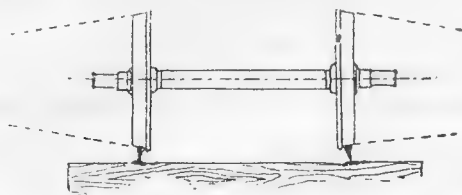
Задача. Принимая, что давление оси = 14 тонн, $b = 100$ mm и $h = 125$ mm — определить, какое усилие несут костыли на срезывание и на вырывание, если считать, что для каждой оси сопротивляются костыли на 2 шпалах, т.-е. 2 костыли на срезывание и 4 на вырывание.

Рельс передает давление поезда на шпалы; при укладке рельса непосредственно на шпалу давление колеса (около 7000 килогр.) распространяется через подошву рельса шириною в 10 см. на всю ширину шпалы 12—15 см, что дает давление в $\frac{7000}{15 \times 10} = 46 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$; паровоз дает вес около 10000 кг, а, следовательно, давление до 67 кг.

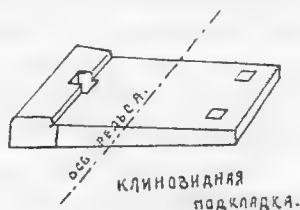
В действительности давление это, примерно, в половину меньше, так как оно распространяется на 2—3 шпалы.

Рельсы на шпале устанавливаются не вертикально, а с небольшим наклоном внутрь (чер. 6а); это делается потому, что бандажи колес срезаются не цилиндрически (горизонтально), а конически (наклонно).

Последняя срезка делается в свою очередь для того, чтобы колеса стремились при движении занимать среднее положение, а не прижимались к тому или другому рельсу. В самом деле, если случайно колесо



Чер. 6-а.



Чер. 6-б.

прижмется к одному рельсу, а другое отодвинется внутрь пути, то радиусы катания колес (r_1 и r_2) будут различными, а именно—первое колесо будет катиться большим радиусом, чем второе, и потому, забегая вперед, будет возвращать ось к среднему положению.

Чтобы установить рельс в таком положении, прежде шпалу подтесывали (см. черт. 6а).

В настоящее время для улучшения работы костылей и работы шпалы и для устойчивости рельса—кладут под рельсы металлические подкладки (черт. 6б).

Подкладка имеет наклон внутрь, так что подтесывать шпалу не требуется. Кроме того—она имеет с наружной стороны уступ, так что рельс при ударе колесом упирается не в костыль, а в этот уступ, и костыли при этом не срезаются; наконец, плечо опрокидывания увеличивается до ширины большей, чем ширина подошвы, а, следовательно, сила вырывания костыли уменьшается; уменьшается также и давление на шпалу, так как ширина подкладки больше, чем ширина подошвы.

Общий вес скреплений составляет около 10% от веса рельс.

Задача. Рассчитайте, насколько уменьшится вырывающее усилие костыля при подкладках, и насколько уменьшится давление на шпалы.

5. Шпалы.

Рельсы должны быть расположены всегда на равных расстояниях друг от друга; для этого они прикреплены к шпалам; кроме того, шпала передает давление от рельса на балласт.

Балласт может выдержать около 3—6 кг на кв. сантиметр; если положить рельс прямо на балласт, то он под колесом паровоза продавится в балласт; если же он лежит на шпале, то широкая площадь шпалы уже сдержит давление и не продавится. Если принять давление на ось паровоза даже в 20 тонн, длину шпалы в 270 см, а ширину в 15 см, то да-

вление на балласт составит $\frac{20 \times 1000}{270 \times 15} = 4,9 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$.

На самом деле половина давления передается на две соседние шпалы и, следовательно, на балласт приходится около $2,5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$.

Отсюда видно, какое значение имеет длина и ширина шпалы и качество балласта.

Деревянные шпалы, находясь даже и в быстро высыхающем балласте, все же подвержены гниению. Особенно легко загнивают они в местах подтески и около костылей, так как здесь в дыры для костылей легче попадает вода, а кроме того шпала здесь быстро изнашивается и от давления колес.

В среднем, около половины сосновых шпал становится негодными через четыре—пять лет, еловых—через 3—4 года, и потому раньше ежегодно сменяли около 20% (т.-е. 1/5 часть) всех шпал. Чтобы уменьшить эту порчу, шпалы пропитывают составом, который препятствует гниению.

Лучший способ пропитки—хлористый цинк или креозот; у нас чаще всего применяется первый способ.

Для этого имеются большие горизонтальные котлы, в которые задвигаются тележки со шпалами. Задвинув тележки, закрывают наглухо крышку и шпалу пропаривают, затем разрезают воздух, и соки из дерева стекают вниз котла.

После этого под давлением в 4—6 атмосфер накачивают жидкий раствор хлористого цинка, и шпала пропитывается этим раствором. Пропитанная шпала служит в 2—3 раза дольше, чем непропитанная ¹⁾.

Чтобы знать, когда шпала положена в путь, на ней ставят метку, либо выжиганием, либо чаще всего металлическим забитым кружком с выдавленным на нем годом.

При осмотре пути обратите внимание, какого года шпалы лежат в пути, спросите сторожа или рабочих, пропитанные шпалы или нет. Иногда пропитку можно видеть на поперечном сечении шпалы, так назыв. «торце» ее (и особенно в разрезе) в виде темной широкой полосы, окружающей более светлую сердцевину.

Подождите поезда и посмотрите, как оседают рельсы и шпалы во время прохода поезда под колесами и последовательность оседания; обратите внимание на то, что оседают шпалы не только под колесом, но и соседние, т.-е. что давление передается не на одну, а на несколько шпал.

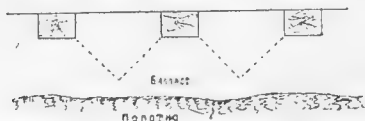
Количество шпал на версту составляет около 1500—1600, а рельс лежит на 13—16 шпалах. Проверьте это.

6. Балласт.

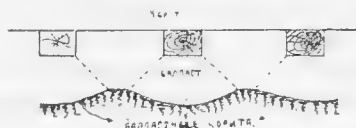
Шпалы лежат на балластном слое, который лучше всего делать из щебня, но у нас в России чаще всего его делают из песка и только иногда покрывают сверху щебнем для того, чтобы песок не распыливался от ветра и не засорял осей и особенно букс (т.-е. тех мест, где вагон опирается на оси). Для того, чтобы песок хорошо пропускал воду, он должен быть крупный и почти не иметь примеси глины. Примесь глины определить очень легко. Возьмите в пробирку немного песку, налейте воды, взболтайте и затем подождите, пока песок осядет и вода станет светлой. Тогда самые крупные зерна песку расположатся внизу, более мелкие выше, а частицы глины в самом верху. Измерьте, сколько у вас всего по высоте песку и сколько глины и определите процент глины по отношению ко всему объему. В обычном балласте процент этот не должен превышать 10—15%.

¹⁾ Кроме пропитки у нас на Юге применяют еще «просолку» шпал, вымачивая их в густом морском соляном растворе (напр. на Сиваше). Наконец, за последнее время появился новый способ так наз. «вулканизации» шпал.

Балласт отводит воду от шпал и передает давление от шпал на полотно дороги. Давление это распространяется под углом в 45° (см. черт. 7а); таким образом, при ширине шпалы по-низу в 22 см., при расстоянии между осями шпал в 70 см., и при толщине шпалы в 14 см., только при толщине слоя под шпалами в 24 см. давление распространится на все полотно;



Чер. 7а.



Чер. 7б.

при этом полная толщина слоя балласта должна иметь $24 + 14 = 38$ см; если толщина меньше этой величины, то полотно дороги будет проседать неравномерно и образуются «корыта» (см. черт. 7б), в которых застаивается вода.

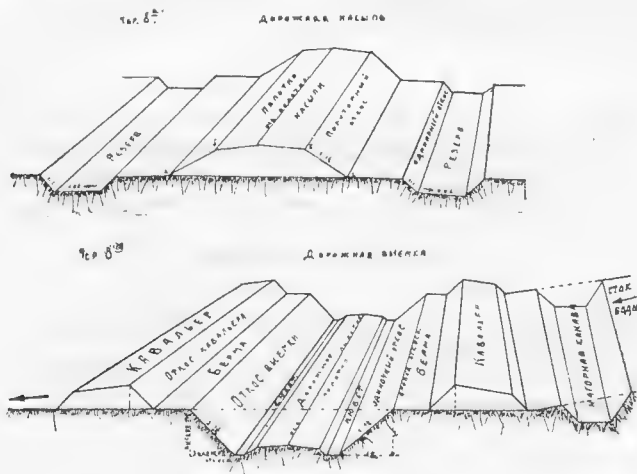
Количество балласта на версту составляет около 1800 куб. метр. на 1 километр пути при одиночном пути и около 3000 куб. метр. при двойном.

Вес песчаного балласта около 1500 кг в 1 куб. метре;
» щебеночного » » 1800 кг в 1 куб. метре.

Подсчитайте, сколько весит балласт на 1 километр и сколько вагонов требуется на его подвоз, если в вагоне помещается 15 тонн балласта.

7. Полотно.

Балластный слой кладется уже на полотно, т.-е. на землю, либо непосредственно на естественный грунт (там, где земля вынимается в виде выемок), либо на насыпной (в насыпях). Полотно дороги—одно из серьез-



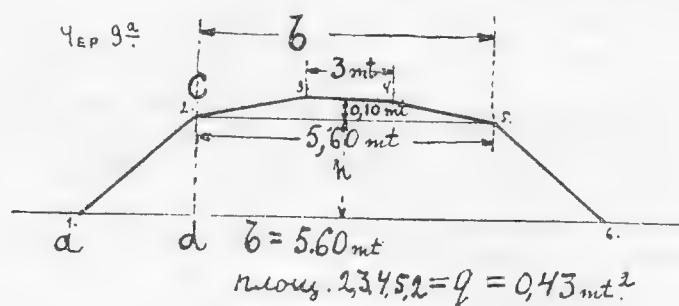
Чер. 8.

ных элементов пути и на него приходится обращать очень большое внимание (черт. 8а и б).

Прежде всего—оно должно быть по возможности избавлено от воды; должен быть сделан так назыв. отвод воды. Для этого там, где землю вынимают, полотно делают с двумя канавками (кюветами) по бокам,

так что вода после дождя стекает сейчас же в кюветы; но этого мало; чтобы вода, бегущая по склону земли, не натекала бы в кюветы в большом количестве, делают еще так назыв. «нагорную» канаву, которая и отводит всю воду в сторону (см. чертеж 8); выемку роют с откосами, чтобы земля не сползла на полотно, а вынутую землю складывают по бокам в виде так назыв. «кавалеров».

Большое значение имеет вопрос, какие откосы делать у выемки или насыпи. Опыт показывает, что если насыпать кучу земли, то она будет расплзаться до тех пор, пока не примет определенного откоса, кото-

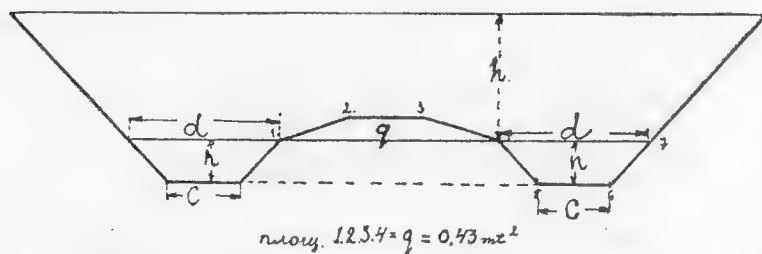


рый и называется «естественным» откосом. Легко проверить это у себя во дворе, насыпая на кучу песку еще несколько ведер песку сверху. Угол откоса зависит от сухости грунта или влажности, от слезанности грунта и от породы (песок, глина, торф и т. д.). Угол откоса измеряют его котангенсом, т. е. отношением горизонтальной длины ad к высоте dc

(чер. 9а) и называют откос одиночным при $\frac{ad}{dc} = 1$

полуторным » » = 1,5

двойным » » = 2 и т. д.



$b = 1,4 = 5,60 \text{ mt.}$
 длина 2,3 = 3 mt.
 высота трапеции 1,2,3,4 = 0,10 mt.

$n = 0,60 \text{ mt.}$

$c = 0,50 \text{ mt.}$

$d = 2,30 \text{ mt.}$

Чер. 9б.

В большинстве железнодорожных насыпей или выемок применяется полуторный откос, как более всего соответствующий обычным грунтам, но в местах, где откос может заливаться водой, применяется двойной откос, а около мостов для уменьшения длины откоса делают его часто одиночным и замачивают камнем.

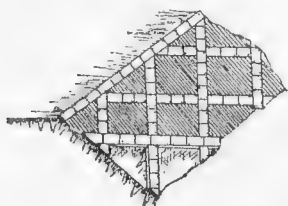
Зная, что в большинстве случаев откос полуторный, попробуйте, измерив лентой длину откоса, определить высоту насыпи или глубины

выемки (по формуле $l^2 = h^2 + (1,5 h)^2$, где h —высота, а l —длина откоса). Докажите правильность формулы. Присмотритесь к мощеным откосам около мостов.

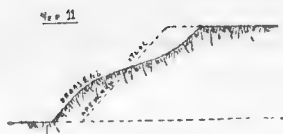
Если полотно насыпается, то откосы его тоже чаще всего делаются полуторными, а земля берется по обоим сторонам из так называемых резервов. На черт. 8а и б показаны поперечные разрезы полотна в насыпи и в выемке.

Если известна ширина полотна b , высота насыпи h или выемки, то легко определить при полуторных откосах площадь поперечного сечения.

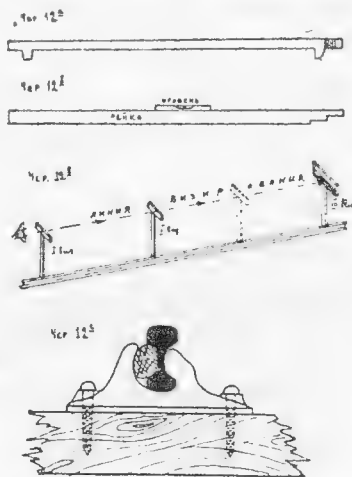
По черт. 9а и б площадь насыпи равна $bh + 1,5 h^2 + q$, а площадь выемки $(b + 2c) \cdot h + 1,5 h^2 + 2 \frac{(c+d)}{2} n - q$; зная площадь поперечного сечения, можно знать, сколько куб. метров земли насыпано или вынуто на данном участке. Если в двух концах данного участка высоты разные, то приблизительно можно взять среднюю площадь из двух крайних.



Черт. 10.



Черт. 11.



Черт. 12.

Чтобы откосы насыпи или выемки не разрушались водою, их в большинстве случаев покрывают дерном, т.е. срезанными кусками земли с травой. Для удешевления устройства, покрытие это делается иногда не сплошь, а в ленту (черт. 10). Но, не смотря на это, и насыпи и выемки все же иногда разрушаются водою и обваливаются или проваливаются.

Идя по линии, вы часто можете встретить поперечные полосы по откосам выемок, сделанные из камня; это—дренаж: в откосах вырыты канавки, заполненные камнем, для отвода воды в тех местах, где в выемках просачивается грунтовая вода ¹⁾. С'ехавшие и размывшие от действия текучей воды откосы насыпей или выемок часто можно встретить, идя по полотну дороги. Наконец, еще чаще на откосах выемок можно встретить среди сухой зелени—ярко-зеленые свежие пятна; это признак, что здесь просачивается грунтовая вода. Все такие места причиняют не мало беспокойства местным работникам, требуя постоянного надзора и исправления.

Но особенно опасны насыпи из плохой глины, перемешанной с песком; попадающая в них вода проходит внутрь, задерживается здесь слоями

¹⁾ Кроме такого, так называемого поверхностного дренажа, применяется и более глубокий дренаж для осушения насыпей или выемок на большой глубине. При этом дренажные устройства зарываются гораздо глубже в землю.

глины и скопляется в виде внутренних дуж; к конце концов она пробивает где-нибудь дорогу и часто насыпь сползает вниз (черт. 11). Поэтому при отсыпке насыпей принимают все меры к тому, чтобы грунт был однородный, а отсыпка велась правильными горизонтальными слоями.

После экскурсии можно проделать интересную задачу, а именно определить по формуле площади, при разных h , пользуясь данными чертежа 9а и 9б и построить кривую зависимости между высотой и площадью для насыпи и для выемки. Кривая эта будет—парабола. В построении кривой должен помочь преподаватель. Интересно также вычислить таблицу для 3—4 значений h , увеличивая h на 0,01 mt и затем проделать следующие операции, как показано на прилагаемой таблице для насыпей от 0 до 0,05:

h	Площадь Q по формуле $Q=bh+1,5 h^2$ при $b=5,60$ mt.	Разность I между двумя соседними площадями.	Разность II между двумя соседними разностями.
0	—	—	—
0,01	—	—	—
0,02	—	—	—
0,03	—	—	—
0,04	—	—	—
0,05	—	—	—

Не догадаетесь ли вы на основании полученного результата, как можно быстро составить таблицу без сложных подсчетов? Если нет, попросите помощи преподавателя.

8. Укладка и содержание пути.

При экскурсии вы, вероятно, встретите рабочих, выправляющих путь; присмотритесь к их работе.

Чтобы путь был удобен и безопасен, необходимо, чтобы рельсы лежали на равном расстоянии, чтобы оба рельса лежали на одной высоте, чтобы путь на прямой линии был действительно прямым, а не извилистым.

Расстояние между двумя рельсами проверяется шаблоном, т.-е. особой металлической меркой (черт. 12а); равенство высоты рельс проверяется уровнем, который положен на рейке, лежащей в свою очередь на обоих рельсах (черт. 12б); пузырек уровня должен быть при этом горизонтальным; наконец, прямизна пути в плане проверяется чаще всего опытным мастером на глаз; чтобы рельсы были прямыми и в вертикальном направлении (не проседали), их проверяют так назыв. визирками (черт. 12в); если все три визирки в одном уровне, то путь ровный. Неправильности в пути исправляют:

1) Подбивкой шпал балластом помощью особых инструментов «подбоек»; в зависимости от потребности поднимается и подбивается один или оба конца шпал.

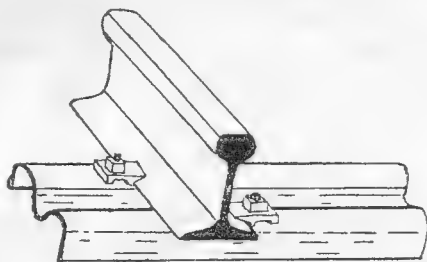
2) Перешивкой, т.-е. изменением расстояния между рельсами; для этого костыли выдергиваются ломом, рельсы сдвигаются на нужную величину и вновь прибиваются костылями.

Задачи. Рассматривая работу артели, посмотрите, как поднимают шпалу вагой (брусом с железной оковкой); выясните, какой рычаг представляет вага и какие плечи у рычага; предполагая, что сила нажима каждого человека около одного пуда, определите, с какой силой два человека приподнимают шпалу. Сделайте тот же подсчет для лома, вытягивающего костыль, и определите силу его выдергивания.

9. Особенности устройства пути за-границей.

В большинстве других стран рельсы мало отличаются по форме от русских и только в зависимости от паровозов делаются больших размеров. Один из самых больших — рельс Легайской дороги в Соединенных Штатах, весящий 67,55 кг в пог. mtr.

Исключение представляет Англия (и местами Франция), где применяется так называемый двухголовый рельс, который лежит в особых подушках и загоняется в них клиньями (черт. 12а). Шпалы также в большинстве случаев деревянные, но встречаются металлические (черт. 13) и железобетонные, т.-е. сделанные из бетона (смесь цемента, песка, и щебня), в котором заделаны железные прутья.



Черт. 13.

Балласт за границей в большинстве случаев щебеночный, что делает путь гораздо более безопасным и прочным.

II. ИСКУССТВЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ.

1. Трубы.

Во всех местах, где дорога переходит через другие дороги, реки, ручейки и даже просто через пониженные места—в ней приходится делать отверстия для пропуска другой дороги или воды.

Эти отверстия перекрываются металлическими, деревянными, либо каменными покрытиями, которые называются искусственными сооружениями. Чаще всего это бывают мосты или трубы¹⁾.

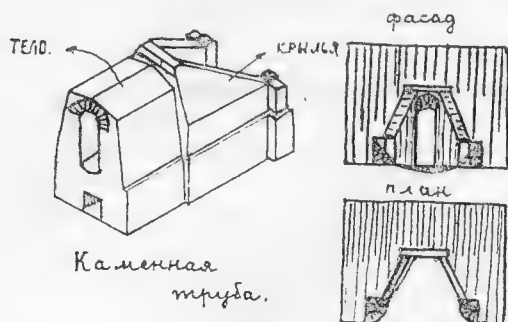
Под высокой насыпью вы почти на любом участке жел. дороги встретите каменную, бетонную или чугунную трубу.

Чугунная труба представляет самую простую круглую форму для пропуска воды поперек насыпи. Она состоит из ряда чугунных колец, скрепленных между собою и заканчивающихся у входа и выхода так называемыми каменными оголовками, т.-е. небольшими стеночками, на которые она опирается.

После ряда случаев, связанных с засорением труб, крупнейшим из которых была так назыв. Кукуевская катастрофа в 1886 г., когда насыпь распылась от напора воды и поезд потонул в ней, было установлено, что диаметр трубы должен быть не менее 0,5 саж.

¹⁾ В более широком смысле слова к искусственным сооружениям относятся также подпорные стенки, тоннели и вообще все путевые металлические деревянные или железобетонные сооружения, нужные для устройства пути.

Но чугунная труба не может пропустить много воды, и потому, когда это требуется, делают трубы большой ширины до 3 и даже 5 сажен (до 10 mtr.), но уже из камня или бетона. На черт. 14 показано устройство такой трубы со снятой сверху насыпью, и рядом входная часть с полной насыпью. Труба состоит из крыльев, т.е. двух каменных откосных



Черт. 14.

стенки, поддерживающих откосы насыпи и тела трубы, составленного из отдельных каменных или бетонных колец.

Труба делается отдельными кольцами для того, чтобы, оседая под насыпью (а толщина насыпи, очевидно, различна по длине трубы), она не могла лопнуть. Отверстия между кольцами замазываются цементом, чтобы не пропускать воду; в случае осадки лопается не кладка, а цемент, который легко возобновить.

Длина трубы зависит от ее высоты и от высоты насыпи.

Попробуйте подсчитать, хотя бы приблизительно, объем каменной кладки, начерченной на чертеже трубы, и вы увидите, что это не так просто, особенно в головных частях (вход и выход).

Чтобы боковые стенки не делать ниже, чем высота воды—стенки заворачивают, как показано на чертеже, а откос насыпи тоже поворачивают в виде т. наз. конусов; при этом конус делается с разными уклонами; вдоль насыпи—полуторный, вдоль стенок—одноторный (см. черт. 14), так что основанием конуса служит не круг, а эллипс.

Площадь эллипса подсчитать очень нетрудно; она равняется $\pi \cdot a \cdot b$; здесь $\pi=3,14$ (тоже, что и в круге), a —наибольший радиус, т.е. $=1,5 h$, и b —наименьший $=h$.

Измерив высоту конуса на трубе в натуре—определите его объем ¹⁾, (т.е. объем той четверти конуса, которая расположена у стенки трубы).

Пройдите внутри трубы, постарайтесь найти швы между кольцами, посмотрите, нет ли трещин по швам.

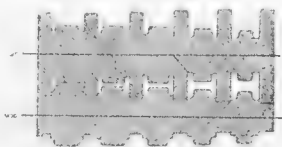
2. Мосты балочные.

На любом участке дороги вы, вероятно, найдете простейший железный мост—т. назыв. мост со сплошной стенкой. Его изобретение и устройство не так просто, как можно думать с первого взгляда.

Если вы хотите перейти через какую-нибудь канаву, то положите доску на края канавы и вы получите мост. Если ширина канавы большая, то доска уже не выдержит; нужно положить два бревна и застелить их досками поперек, но края канавы при этом могут обсыпаться и потому приходится под концы бревен забить так назыв. опоры в виде хотя бы вертикальных сваяк. Такая система является первичным видом всякого моста. Вертикальные свайки называются опорами моста; лежащие на них бревна называются по отдельности *фермами* моста, а оба вместе—пролетным строением моста; настил называется проезжей частью, а расстояние между опорами *пролетом* моста. Для большей прочности, особенно при больших пролетах, деревянные бревна-балки заменяют металлическими.

¹⁾ Объем $\frac{1}{4}$ этого конуса равен $\frac{1,5 \pi h^3}{12}$; докажете это.

Таким образом появился металлический мост. Балки или фермы простейшего моста представляют вид, показанный на черт. 16а. Для того, чтобы получить такую балку из железа, ее прокатывают на железо-делательном заводе из так назыв. *болванки* в горячем состоянии. На черт. 15 показано, как болванка постепенно принимает вид балки. На двух осях вращается ряд катков с желобками разной формы; верхний и нижний каток вращается в разные стороны, втягивают в себя поданную к ним на крюках болванку и сжимают ее в определенную форму, соответствующую желобкам; затем болванку протягивают через 2, 3 и т. д. пару катков, пока она не примет окончательной нужной формы балки. (На черт. 15 процесс идет справа налево).



Черт. 15.

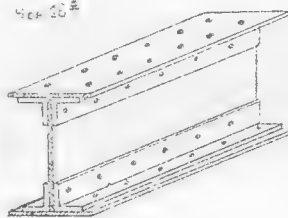
Такие *прокатные* балки не превышают высоты 70 см., так как большая величина составляет большие трудности для прокатки. Пролет, который они могут перекрыть для пропуска по ним поезда, не превышает 1 м.

Для больших пролетов поэтому стали применять *клепанные* балки, т. е. составленные из отдельных железных частей, листов и уголков, склепанных заклепками в одну балку (см. черт. 16б). Такой именно мост вы, вероятно, можете увидеть на экскурсии. Обратите внимание, как он устроен (черт. 16в); на двух каменных опорах лежат так назыв. подферменные камни, т. е. большие (гранитные или песчаниковые) камни для поддержки моста; на камнях лежат металлические подушки, а иногда и деревянные брусья, на которые опираются две таких железных фермы.

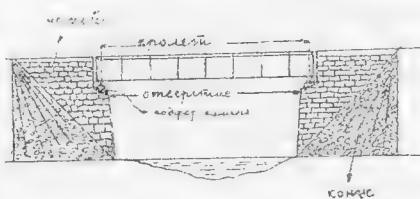
Черт. 16а



Черт. 16б



Черт. 16в

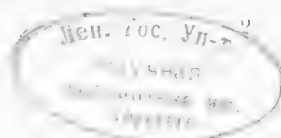


Черт. 16.

Вглядитесь в их устройство: к вертикальному листу приклепаны сверху и снизу по 2 горизонтальных уголка, на которые в свою очередь сверху и снизу наклепаны горизонтальные листы. Заклепки идут очень часто, приблизительно 10 — 12 см. друг от друга. По листу местами наклепаны вертикальные уголки; это — так назыв. уголки жесткости, мешающие боковому выгибанию стенок. Обе фермы, чтобы не опрокинуться от ветра и раскачивания при движении поезда, связаны между собою уголками в виде крестов поперек (верхние связи), по-низу (нижние связи) и поперек (поперечные связи); на фермах лежат так назыв. мостовые брусья (вроде шпал, но толще и притом прямоугольные). К брусьям прикреплены рельсы. Вдоль рельс лежат либо еще рельсы внутри, сваренные углом по обе стороны моста, либо деревянные брусья снаружи. Это так назыв. охранные брусья; задача их — в случае схода с рельс какого-либо вагона — не дать ему идти далеко от рельс, а направить ближе к рельсам, чтобы не проломать мостовых брусьев.

Такие мосты со сплошными стенками делаются, примерно, до 20 м. пролетом.

12 экскурсии. на ж. д. дер.



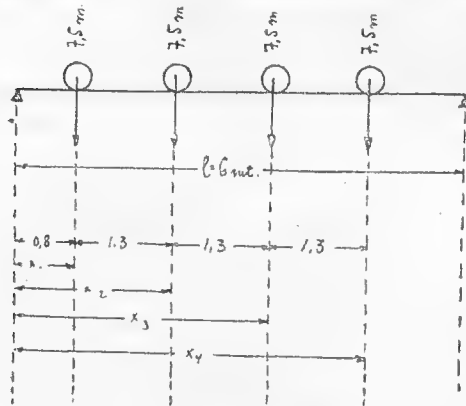
Легко определить, какой груз они несут и какое давление передают на опоры по закону разложения сил на 2 параллельные.

Пусть (на чертеже 17) показано расположение колес на балке и задано давление каждого колеса. Каждое колесо передает давление на две опоры по такому закону: а) на левую сторону $P_1 = P \frac{(l-x)}{l}$ и б) на правую $P_2 = P \frac{x}{l}$.

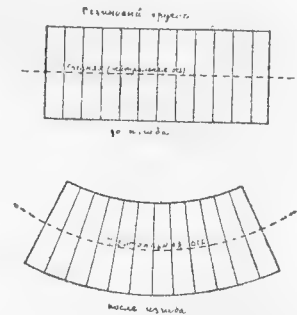
Определивши для каждого колеса величину P_1 и P_2 , складывают затем все P_1 —на левой опоре и все P_2 —на правой¹⁾.

Проделайте это для приведенного на чертеже случая, поставьте такой же поезд на мост, который вы видели на экскурсии, и при этом так, чтобы первое колесо паровоза пришлось на левую опору, и подсчитайте, сколько приходится на каждую опору.

Такую задачу решает инженер для каждого моста, при чем устанавливает поезд так, чтобы определить наибольшее давление на опору, а для этого ему приходится «катать» поезд по чертежу, т.е. определять давления для всех возможных положений.



Чер. 17.



Чер. 18.

По мере увеличения длины пролета, балки приходится делать все выше и выше и при этом, конечно, толще и большего размера; чтобы фермы были устойчивы, их при этом приходится раздвигать; расстояние это приблизительно не должно быть меньше 1/15 от пролета, а высота фермы не меньше 1/10 от пролета и во всяком случае не менее, чем расстояние между рельсами; при широком расстоянии между фермами, конечно, никакие деревянные мостовые брусья²⁾ не выдержат давления, и потому фермы соединяют уже поперечными железными балками, к поперечным балкам прикрепляют продольные и уже на них кладут брусья и рельсы.

Легко видеть, что поперечные балки можно прикрепить сверху ферм (поезд идет сверху—езда по верху), но можно при большой ширине прикрепить внизу (езда по низу) или по середине (езда по середине).

По мере увеличения высоты моста стали задумываться, нужно ли балки делать сплошными по всей высоте и нельзя ли середину сделать с отверстиями.

Если вы положите толстый резиновый брусок из автомобильной шины на две опоры, проведете на нем ряд вертикальных и горизонтальных полосок чернилами, то при прогибе этого бруска легко заметить следующее (черт. 18): вертикальные полоски разойдутся вверх, сближаться вниз

¹⁾ Для данного случая ответ: на левой опоре 16.25 тонн.
на правой » 13.75 »

²⁾ Они не применяются для расстояния более 1,8—2 mt.

и не изменит своего расстояния приблизительно по-середине; значит, при изгибе нижняя часть балок удлиняется—вытягивается, верхняя—укорачивается—сжимается, а средняя остается без изменения (так назыв. нейтральная линия или ось).

Наибольшее растяжение происходит внизу, наибольшее сжатие — вверху.

Попробуйте немного надрезать резинку вверху и вставить в надрезы листки бумаги; вы увидите, что при прогибе листки эти будет труднее выдернуть, значит, они, действительно, зажаты; попробуйте сделать такие же надрезы внизу; надрезы разойдутся, а может быть даже и резина лопнет.

Это явление было учтено инженерами; можно, значит, сделать балку из двух частей: верхней — сжатой (верхний пояс) и нижней — вытягиваемой (нижний пояс) и связать их между собою так назыв. решеткой.

Таким образом, появились решетчатые мосты (черт. 19а); но и на этом не остановились; выяснилось, что вовсе не требуется частая решетка, и ее можно сделать в виде раскосов, т. е. редких стержней, соединяющихся с верхним и нижним поясом.

Наконец, наблюдения и теория показали, что наибольший изгиб происходит по середине, здесь же требуется и наибольшая высота ферм, которая к концам может быть сведена почти к нулю; таким образом, появились фермы криволинейные, по преимуществу параболические.

3. Иные виды мостов.

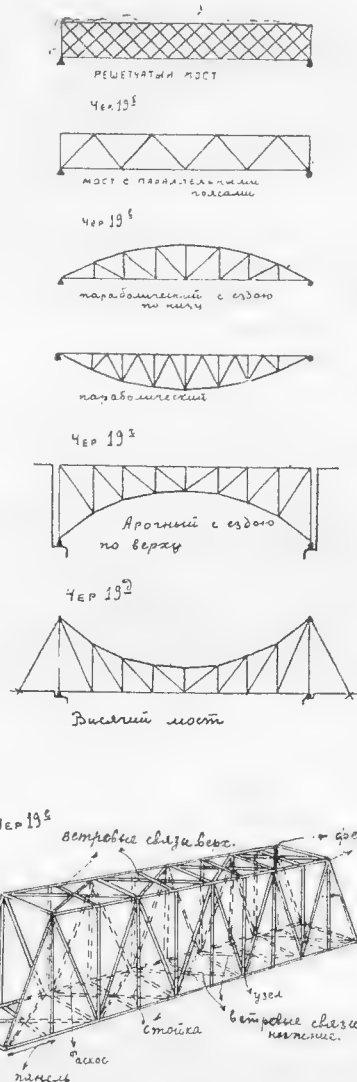
На черт. 19 показаны наиболее часто встречающиеся типы ферм: а—с параллельными поясами; б—параболические; в—арочные и д—висячие; все эти виды могут быть с ездой по верху, по низу и по середине.

Связи между фермами остаются по-прежнему, и при езде по-низу они располагаются под и над поездом (19-е).

С увеличением пролетов увеличивается, конечно, и вес мостов. Для предварительных подсчетов инженеры пользуются формулами, введенными на основании веса существующих мостов.

Мы приведем некоторые из этих формул ¹⁾:

¹⁾ Формулы даны примерные, только для упражнений в подсчете и притом дающие уже полный вес моста.



Черт. 19.

По нормам 1907 года.

	Пролет в м.	Полный вес моста с проезжей частью в килогр.
Мост с ездой по верху.	2,5	156 1 ² + 17 1
	5	96 1 ² + 17 1
	10	65 1 ² + 48 1
	15	57 1 ² + 48 1
	25	53 1 ² + 48 1
	45	47 1 ² + 48 1
Мост с ездой по низу	25	53 1 ² + 700 1
	35	44 1 ² + 700 1
	50	44 1 ² + 700 1

Задачи. Определите на основании формул вес металлического моста с ездой по-низу, пролетом $l=40$ м²). Посмотрите, нельзя ли применить одну из формул к осмотренному вами мосту.

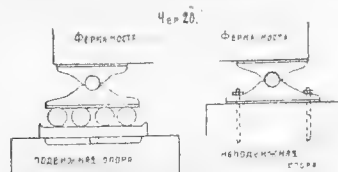
Выясните, сколько весит мост с принятой нами нагрузкой. Постройте кривую зависимости веса от пролета для типа моста с ездой по-верху от 2,5 до 45 м и посмотрите, какой вид она представит.

Постройте ряд диаграмм кривых для обоих типов мостов, чтобы по ним можно было определить вес моста любого типа прямо по масштабу.

4. Опоры и устои.

Большие мосты уже нельзя просто поставить на подушки, как это делается с маленькими.

Так как при повышении температуры мосты удлиняются, то если их просто поставить на опоры, они вследствие трения могут раздвинуть опоры и вызвать их разрушение.



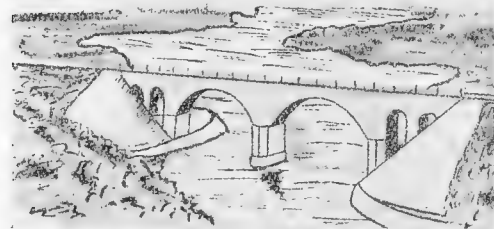
Чер. 20.

Поэтому подушки больших мостов ставятся на шарнирах и на катках. На чертеже 20 представлены схематически такие опоры; одна из них закрепляется наглухо в подферменный камень; другая, наоборот, может катиться на каточках при изменении температуры.

Осмотрите опоры вашего моста и отыщите неподвижную и подвижную опору.

Устройство шарниров в опорах позволяет точно передавать давление моста на средину подушки.

Выше было указано, что мост поддерживается каменными опорами.



Чер. 21.

Опоры эти разделяются на оконечные (наз. *устои*) и промежуточные (наз. *быки*) (см. чер. 21). Устои бывают самых разнообразных форм; наиболее часто встречаются устои с обратными стенками. На черт. 21 видно изображение такого устоя и способ обсыпки его конусом (как в трубах);

конуса и здесь имеют эллиптический вид и заманиваются камнем.

Быки имеют несколько иной вид; они узки и против течения имеют особый уступ—так. назыв. ледорез для разрезания льдин во время ледохода

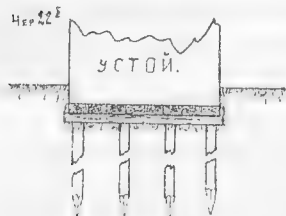
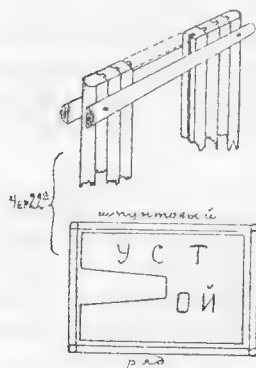
²) При пролетах промежуточных задача решается по интерполяции.

5. Постройка устоев.

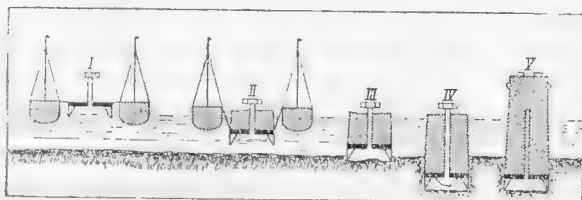
Постройка береговых устоев при сухом грунте не представляет особых затруднений. Вырывается соответственное углубление—*котлован* и выводится кладка.

Но дело значительно осложняется в мокром грунте и особенно в глубоких местах реки.

На берегу в этом случае часто делают так назыв. *перемычки из шпунтового ряда*, т.-е. между отдельными сваями (маяками), связанными двумя пластинами (схватками), забивают вертикально толстые доски с гребнями и выемками (шпунт и паз), так что получается сплошная, мало пропускаемая для воды деревянная стенка (чер. 22а); шпунтовый ряд окружает весь будущий устой и дает как бы ящик, в котором затем вынимают землю и насосами выкачивают воду.



Чер. 22.



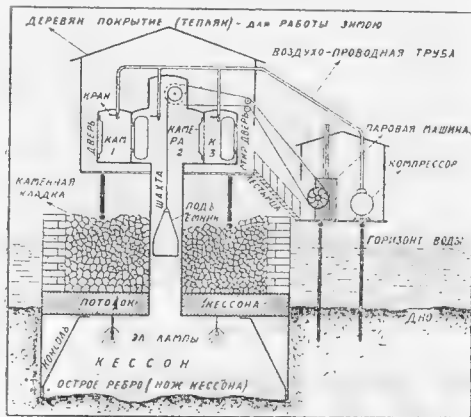
Чер. 23а.

Другой способ состоит в забивке свай, на которых кладут помост и затем уже выводят кладку (черт. 22б).

Но и шпунтовые ряды и сваи нельзя бить на очень большую глубину, а между тем часто хороший грунт, необходимый для удержания опор, находится очень глубоко.

В этом случае прибегают к устройству *кессонного основания* (черт. 23б).

Кессон представляет собой металлический ¹⁾ ящик, опрокинутый вверх дном и опущенный в этом положении в воду; сжатый воздух, находящийся в кессоне, не допускает воду войти внутрь ящика, и потому в нем могут помещаться люди и производить нужную работу. Такой кессон размерами во всю площадь основания быка или устоя устанавливается сначала на воде в пловучем состоянии и над ним выводится кладка до тех пор, пока он не опустится на дно. Для того, чтобы он не затонул под тяжестью кладки раньше, чем она будет выведена на высоту, при которой она была бы всегда выше воды, кессон поддерживают цепями при помощи судов (см. черт. 23а). Для того, чтобы люди могли входить и выходить из кессона—от потолка его выводится труба (шахта, см. черт. 23б); ко-



Чер. 23б.

¹⁾ Бывают, однако, и деревянные и железобетонные кессоны.

торая наверху соединена с тремя (или двумя) камерами; камеры 1 и 2 имеют двери, открывающиеся для выхода наружу и внутрь во 2-ую камеру; двери запираются герметически (т.-е. так, что не пропускают воздуха). Кессон заполнен сжатым воздухом, давление которого поддерживается постоянным действием воздушного насоса (компрессора). Для того, чтобы войти внутрь кессона—открывают наружную дверь камеры 3, закрыв дверь из камеры 3 в камеру 2, входят в камеру 3, затем запирают дверь и впускают понемногу в камеру 3 сжатый воздух, пока давление его не сравняется с давлением в камере 2 (т.-е. и в кессоне); тогда открывают дверь и входят в камеру 2 и на под'емнике (иногда по лестнице)—спускаются в кессон.

Работа людей в кессоне начинается только с того момента, когда кессон дошел до дна; тогда только рабочие спускаются в кессон, при свете электрических ламп копают под кессоном землю и на под'емнике передают ее вверх, где она перекидывается в камеру 1, а оттуда наружу. Под тяжестью кладки кессон опускается понемногу в вырытую яму, для чего его края внизу сделаны довольно острыми; сверху над кессоном по мере опускания возводят дальнейшую кладку.

Когда кессон опустился до хорошего грунта, подкапывание прекращается; внутренность кессона заполняется кладкой, шахта заливается бетоном, а камеры снимаются, и дальше уже вся кладка доводится до нужной высоты. Если работа производится зимою, то камеры сверху покрываются тепляком, т.-е. деревянным сараем с печками.

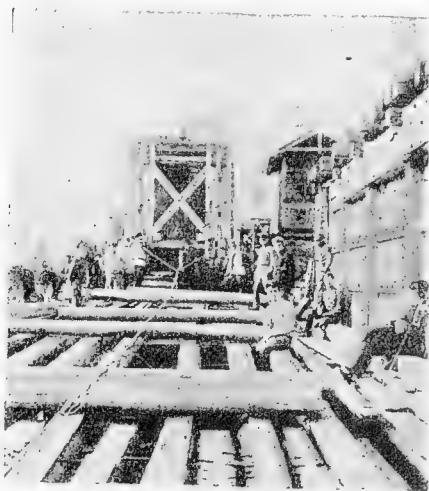
Давление воздуха в кессонах зависит от глубины опускания и доходит до 3—4 атмосфер.

Большое давление очень вредно отзывается на рабочих и требует очень здорового сердца.

При давлении в 4 атмосферы рабочие работают не более 2—3 часов.

Задачи. Площадь основания быка—40 кв. мет.; высота кессона—3 мет.; вес кессона с камерами и шахтой 15 тонн; диаметр камеры—1,5 мет., вес 1 куб. метра кладки—2 тонны; воздух может быть сжат до 3 атмосфер;

рассчитайте: до какой высоты может быть выведена кладка, чтобы кессон еще не потонул; какая сила требуется, чтобы поддержать кессон с кладкой, когда низ его опустится на 10 метр. ниже воды, а кладка будет до уровня воды; весь расчет производится на основании закона Архимеда.



Чер. 24.

заполняют шналами в виде клеток (черт. 24), затем кладут рельсы, на них катки, а на них уже мост и тянут его лебедками; когда мост докатился до нужных опорных точек, его поддерживают так назыв. домкратами, понемногу снимают под ним шналы и опускают вниз, пока он не сядет на устон.

6. Сборка мостов.

Когда быки и устои выведены на требуемую высоту, то приступают к постройке моста.

Если мост небольшой (примерно, до 15 метр.), то часто он полностью изготавливается на заводе и перевозится на вагонах; подвезя к месту работ, его снимают и пакатывают на место; для этого промежутки между устоями

Если мост большой, то его нельзя довести на поезде, так как для этого нужен был бы совершенно прямой без поворотов и уклонов путь, все проезжаемые поездом мосты должны были бы иметь езду по-верху (так как мост по размерам своим не мог бы пролезать внутри другого

моста), и, наконец, мосты и рельсы должны были бы быть такими крепкими, чтобы выдерживать вес перевозимого моста. Поэтому для больших мостов на заводах делают

только такие части мостов, которые можно перевозить поездом, а затем уже эти части склеиваются на месте. Самый простой способ для такой постройки—это устройство подмостей: между устоями будущего металлического моста строят деревянный мост (так назыв. подмосты), на котором и устанавливают весь металлический мост, а потом деревянный разбирают. Но такая постройка мостов иногда при большой высоте и глубокой реке бывает очень дорога, а кроме того препятствует движению по реке, а потому часто применяют так назыв. сборку без подмостей.

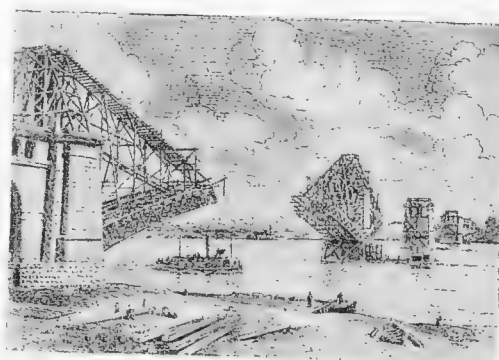
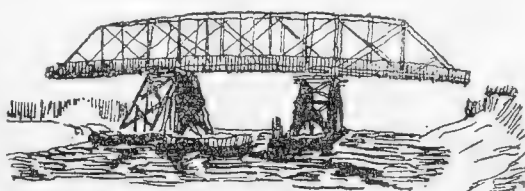
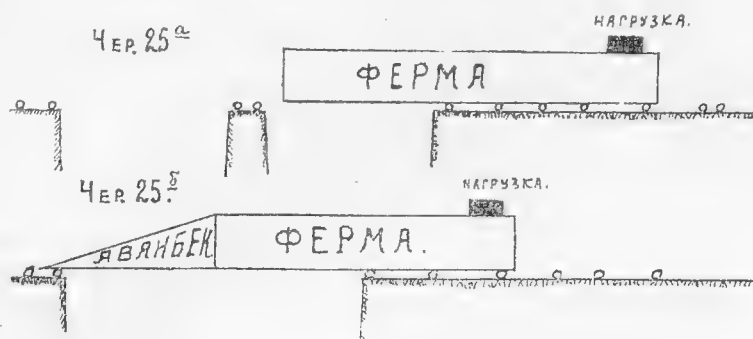
Способы такой сборки крайне разнообразны и показаны на схемах:

1. Накатка. Часто мосты делают такой длины, что одна ферма перекрывает 2 пролета (так назыв. неразрезной мост—в противоположность обычному типу, когда каждый пролет перекрывается отдельной фермой). В этом случае мост можно собрать на насыпи и затем накатывать, пока свешивающаяся часть не достигнет противоположной опоры (черт. 25а).

Иногда такая накатка применяется и для разрезных ферм; для этого к ним временно приклепывается так назыв. нос (аван-бек) (черт. 25б), который после накатки отклепывается.

2. Установка помощью крана. Ферма поднимается поворотным краном и опускается на опоры.

3. Подвозка на понтонах. Такой способ был применен для Сызранского моста. Фермы были собраны на берегу, затем накатаны на пристань; под них подведены два понтоновых судна (две баржи) с накаченной в них водой; затем вода была выкачана и суда подняли ферму.



В этом виде ферма на судах подвезена к мосту; опять была накачана вода и опустившиеся суда посадили ферму на опоры (черт. 25б).

4. Прямая сборка моста, начиная с берегов по частям. Такой прием был с большим успехом применен для Фортского моста в Шотландии пролетом 500 метр. (черт. 25г.).

Наконец, существует ряд других остроумных приемов сборки. Один из интересных способов перевозки ферм был применен для доставки их водою на Черноморскую дорогу.

К фермам были прикреплены пустые цистерны и в таком виде они плыли по воде на буксире у парохода.

Задача. 1. Вес моста 150 тонн; вес порожней цистерны (без рамы и колес)—3,5 тонны; вместимость цистерны 14 куб. метр.; сколько цистерн нужно прикрепить к мосту, чтобы он поплыл.

2. Сопротивление катков составляет 0,006; какое усилие требуется для передвижки фермы в 500 тонн и какая мощность машины нужна при условии, что скорость движения будет составлять 0,5 мт. в секунду.

3. Мост имеет длину 40 мт. и вес по 2 тн. на каждый погонный метр; какой длины аванбек надо сделать для накатки его на тот же пролет, если на конце моста приложить груз в 10 тонн и если вес аванбека составляет 0,25 тонн на погонный метр ¹⁾.

7. Каменные и железобетонные мосты.

Кроме металлических и частью деревянных мостов, на жел. дорогах встречаются каменные и железобетонные мосты. Каменные (или бетонные) мосты имеют форму арки, в которой все части работают на сжатие, так как камень или бетон очень крепок на сжатие, но легко разрушается при растяжении.

Железо-бетонные мосты представляют конструкцию, при которой внутри бетона закладываются прутья, полосы или даже целые балки из железа. Идея железобетона появилась лет 60 тому назад и основана на следующем:

1. Железные прутья очень хорошо работают на растяжение, но если они тонки, то при сжатии они изгибаются и потому работают плохо. Бетон, наоборот, хорошо выдерживает сжатие, но очень слабо выдерживает растяжение. Если поэтому сделать балку из бетона и в растянутой части вставить железные прутья, то такое устройство явится наиболее дешевым и выгодным.

2. Такая комбинация возможна главным образом с бетоном и железом, а не, положим, с деревом и железом, потому что бетон и железо случайно обладают одинаковым коэффициентом расширения, а потому

при растяжении и сжатии и при температурном влиянии не отрываются друг от друга.

3. Так как бетон дешевле железа, то уменьшение количества железа с заменой его бетоном крайне удешевляет стоимость сооружения.

4. Железобетон не ржавеет, не требует окраски и вообще приближается по малым расходам по содержанию к каменным сооружениям.

На чер. 26 показан вид железобетонного моста и его поперечный разрез.

На каждой почти дороге можно встретить теперь железобетонные сооружения, снаружи они производят впечатление как бы вылепленных из сплошного серого камня.

¹⁾ Задача решается на основании уравнения моментов сил, вращающих выдвинутый с аванбеком мост около точки опоры.



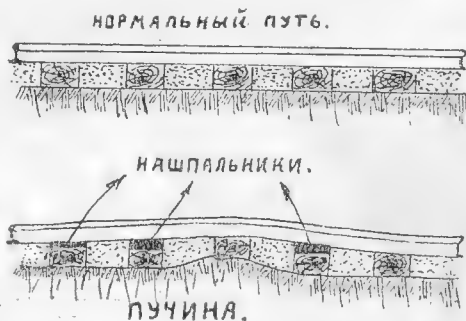
Черт. 26.

III. ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПУТЬ ЗИМОЮ.

1. Влияние зимних условий на путь.

Мы снова на пути и на полотне дороги. По вид его совершенно не тот, что летом. Весь путь покрыт снегом, шпал не видно, видны только рельсы; полотно—тоже в снегу, и высота насыпей и выемок чувствуется меньше, так как снег скрадывает расстояние; кюветы запесены снегом; вдоль линии местами тянутся решетчатые щиты то с одной, то с обеих сторон. Все эти изменения представляют не только перемену ландшафта, они отражаются и на состоянии и на содержании пути. Путь замерз вместе со шпалами, он стал неподвижным, шпалы почти не вдаются в балласт под проходящим поездом. Лучше это или хуже? В общем, конечно, хуже. Давление от рельса уже не передается на несколько шпал, а потому давление на шпалу увеличивается; замерзшие рельсы легче ломаются, чем летом; зазоры между рельсами, вследствие их укорочения от температуры, увеличились до максимальных размеров, а потому удары колес на стыках усилились,—следовательно, усилился и износ рельс в стыках. Замерзшие в балласте шпалы совершенно невозможно подбивать или передвигать (вернее, можно—только с очень большим трудом) и поэтому Начальник Участка Пути торопится выправить путь до наступивших морозов, так как иначе все неровности пути останутся уже на всю зиму без исправления. Наконец, и все скрепления пообмерзли и забалчивать или разбалчивать их тоже затруднительно.

Несмотря, однако, на такое застывшее состояние, и зимою на пути все же много работы. Пройдите немного по линии и вы почти наверное увидите местами какие-то новенькие, повидимому недавно уложенные под рельсом, деревянные подкладки; это—нашпальники для исправления пучины. Пучины—одно из больших зол зимнего времени при сильных морозах. Мы видели выше, что при малой толщине балластного слоя и при плохом глинистом грунте полотна—на нем образуются так называемые корыта, в которых скопится вода. Эта вода, замерзая и увеличиваясь в объеме (известно, что вода при замерзании расширяется), вспучивает глинистый грунт и приподнимает путь; под рельсом вскакивает вдруг шишка, и если ее не исправить, то рельс будет провисать на шпалах (чер. 27) и под давлением колес лопнет. Но спясть эту шишку, подковав грунт, очень трудно, и потому под'ем рельса «разгоняют» на несколько шпал, уложив на соседних шпалах «нашпальники».



Чер. 27.

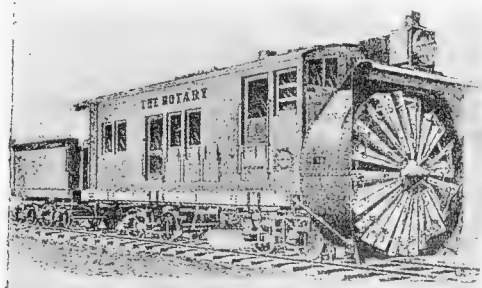
Иногда это вспучивание бывает так велико, что нашпальник делается толщиной почти в целую шпалу; в этих случаях нашпальник обязательно проходит под оба рельса.

Весною, когда грунт оттаивает, пучины являются наиболее опасными, так как взбухшая шишка может внезапно осесть под поездом; поэтому приходится все время следить за оттаиваньем пути и своевременно снимать нашпальники.

Мерзлые рельсы и сильные зимние ветры сильно затрудняют движение поездов, и на зиму приходится или вести поезд двойной тягой (т.-е. двумя паровозами), или уменьшать длину поезда.

2. Борьба со снегом.

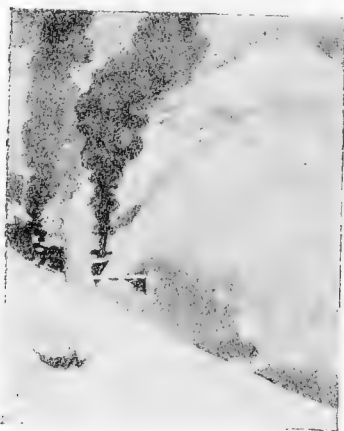
Небольшой снег, конечно, не мешает поезду пройти по рельсам; он просто выдавится под колесами, хотя все же сделает рельсы скользкими и потому ухудшит работу паровоза. Но большой снег сможет уже не только затруднить, но и остановить поезд; поэтому путь приходится перподчистки и особенно после большого снегопада чистить от снега. Простейшим средством для этого является плуг, прикрепленный к вагону, но обычно на каждом участке имеется специальный вагон-снегоочиститель. Вагон этот имеет спереди особый плуг—*нож*, который может по желанию приподниматься, а с боков два *крыла*, которые отгребают снег в сторону. Такой снегоочиститель проходит с паровозом с большой скоростью около 15—20 верст в час и сгребает снег с пути в сторону. На переездах и стрелках нож должен приподниматься, так как



Чер. 28.

иначе он зацепит за контррельсы и крестовины и поломаются; но так как нельзя быть уверенным, что сидящие в вагоне заметят это препятствие (стекла вагона на ходу очень быстро запорашиваются снегом), то устроено автоматическое приспособление, поднимающее нож; для этого перед переездами и другими препятствиями ставятся *кобылки*, т.е. деревянные подушки (их легко заметить в натуре).

Выступ внизу вагона зацепляет за эти кобылки, подталкивает помощью защелки тележку с грузом, она быстро скатывается вниз и своим весом помощью рычага поднимает моментально нож и захлопывает крылья. После прохода препятствия снова открывают крылья, передвигая тележку.



Чер. 29.

Такие обычные снегоочистители (их можно видеть зимой на каждой большой узловой станции), однако, только счищают снег с пути; дальше снег приходится собирать лопатами и увозить на вагонах.

Кроме того, они могут работать лишь при неглубоком снеге.

Между тем бывают случаи таких метелей, что выемки сплошь заносятся снегом, часто выше человеческого роста.

Такой снег останавливает все движение; приходится созывать артели из местных жителей и расчищать—прорезывать проходы в снегу для поезда. С большим успехом в этом случае действует центробежный снегоочиститель Лессли, показанный на чер. 28.

Впереди его расположено вращающееся колесо с лопатками, которое при быстром вращении отбрасывает снег далеко в стороны. На чер. 29 показан такой снегоочиститель во время работы.

Задачи: Как опытом доказать, что вода при замерзании расширяется?

Насколько увеличивается вода в объеме, превращаясь в лед (сравнить удельные веса первой и второго).

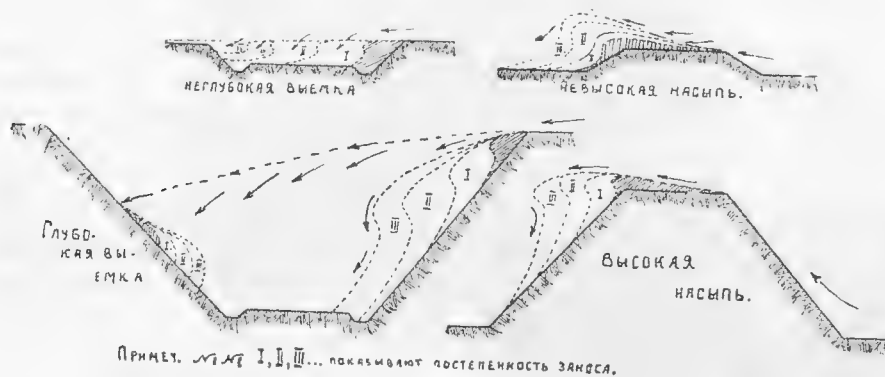
Почему пучины бывают только в глинистых грунтах, а не в песчаных?

Почему при толстом балластном слое пучины бывают реже и только при очень сильных морозах *).

Отсюда ясны и простейшие методы устранения пучин.

3. Заносы.

Покровение полотна очень толстым слоем снега называется снежным заносом. Наибольшие снежные заносы, однако, происходят вовсе не от выпадения снега. В русских условиях наибольшая высота снежного покрова, выпадающего за один раз, в среднем составляет не более 20 см. Такая высота не дает опасного заноса. Наибольшие заносы получаются от метелей, когда снег несется ветром в горизонтальном направлении и задерживается полотном пути. Чем больше и открытее пространство, по которому несется ветер, тем больше снегу он может наместить на путь, и потому наиболее сильные заносы у нас бывают в южных степях, где снегу гораздо меньше, чем на севере, но где зато нет лесов, задерживающих их действие ветра.



Чер. 30.

Наибольшему действию заносов подвергаются невысокие насыпи (высотой до 1 м.) и неглубокие выемки (до 1 м.), так как, встречая небольшие препятствия, снег легче всего и быстрее всего заносит их. При высоких насыпях ветер, изменяя направление, переносит снег через насыпь (чер. 30), а при глубоких выемках откладывает снег на противоположном откосе ее, так что пучина очень продолжительная метель, чтобы занести то или другое.

Это свойство высоких препятствий задерживать перед ними снег создало и способы борьбы с заносами.

Вдоль линии, в местах широкой открытой местности, где можно ожидать сильных ветров, дующих поперек пути, устанавливаются вдоль полотна в расстоянии от него 30—100 м. так называемые щиты, сбитые из тонких дранок и привязанные к кольям. Летящий снег, встречая на своем пути препятствие, отлагается частью перед щитом, частью сзади него; когда снежный вал поднимается почти до высоты щита, щит ставят на него и ждут дальнейшего движения снега.

Эта постоянная борьба со снегом, требующая непрерывного напряжения, несколько облегчается метеорологическими сведениями, заранее

*) Учесть промерзание и влияние толщины балласта на распространение действия вспучившейся шишки.

рассылаемым по участкам с указанием ближайших возможных метелей и снегопадов.

Отложения снега представляют очень большой интерес для наблюдения.

Обратите внимание на ту рябь, которой покрыт снег в направлении поперек ветра; она ясно показывает, как ветер выдувает снег и постепенно подвигает его по направлению своего действия.

Посмотрите, как около каждого отдельного кустика или бугорка сейчас же создаются сзади них, по направлению ветра, отложения снега. Если вы знакомы с действием ветра на песок около моря или в степи, то вы знаете, что там создаются такие же отложения в виде дюн (у моря), барханов и кучугуров (в степях и пустынях). И борьба с этими песками на наших закаспийских линиях ведется такими же щитами и деревянными заборами. Разница только в том, что песок можно иногда засеять особыми растениями, корни которых сдерживают его от выдувания. Но и выдувание снега можно сдерживать растениями. Для этого засаживают полосы вдоль пути рядами деревьев и создают, таким образом, так называемую *живую изгородь*; снег, задерживаясь этой преградой, не доходит до пути.

4. Лавины.

Борьба со снегом в гористых местах представляет еще большие затруднения. Накопившийся на склонах гор снег часто обрушивается и скользит с большой высоты, захватывая с собой камни и увеличиваясь в объеме, как увеличивается ком снега, если катить его по снегу.



Чер. 31.

Большая высота падения создает громадную скорость и вместе с этим давление. Обрушающиеся «*лавины*» (так называются эти снежные обвалы) уничтожают часто на своем пути деревья, дома, иногда сметая даже целые скалы. На чер. 31 показан вагон, сваленный лавиной с высоты 90 м. Задержать такую лавину установкой забора около пути, хотя бы и каменного, нет никакой возможности. Приходится либо прикрывать путь специальной крышей (чер. 32а), либо задерживать снег в местах его первоначального накопления. На

чер. 32б видно, как вверху горы на больших площадях, где скопится снег, ставятся плетневые заборы. Здесь они могут быть легкими и слабыми, так как напор еще несдвинувшегося снега не велик.

Расчет силы действия лавины нетрудно определить, если знать ее вес и скорость.

В механике существуют три формулы, позволяющие сделать этот расчет:

1. $Ps = \frac{Qv^2}{2g}$; P —здесь сила в килограммах; s —пройденный путь в метрах; Q —вес лавины в килограммах; g —ускорение силы тяжести=9,81 метр. в секунду; v —скорость в м в секунду.

2. $Qh = \frac{Qv^2}{2g}$, откуда $v = \sqrt{2gh}$, здесь все величины те же, но h —высота падения в метрах.

3. $Pt = \frac{G}{g}v$, где все величины прежние, а t —время в секундах.

Если, следовательно, известна высота, с которой падает снег, то по форм. 2 легко найти скорость движения лавины. Если известно время, в течение которого лавина разрушила сооружение, то по формуле 3 можно найти силу разрушения в килограммах.



Чер. 32а.

Задачи: 1) Лавина скатилась с высоты 40 м; с какой скоростью она несется?

2. Камень весом в 500 kg скатился с высоты в 50 м и в 0.25 секунды сломал дерево; какова была сила удара?

3. Центр давления ветра на поезд находится приблизительно на высоте 2 м. от головки рельса. Определить, какова должна быть сила ветра (бури), чтобы свалить пассажирский поезд весом в 400 тонн; каково должно быть давление $p \frac{kg}{mt^2}$, если

площадь поезда, на которую давит ветер, равна 300 m^2 ; определить скорость ветра в mt в секунду, если известно, что давление $p=0,122 v^2$, где v — скорость ветра в $\frac{mt}{с'с}$.



Чер. 32б.

IV. ВАГОНЫ.

1. Колеса, буксы, рессоры.

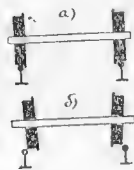
Вся перевозка грузов и пассажиров производится в вагонах.

Вагон состоит из 3 главных частей:

- 1) кузова или ящика, в котором помещается груз или пассажиры,
- 2) рамы, на которой стоят кузов, и
- 3) ходовых частей: колес с осями и их соединения с рамой.

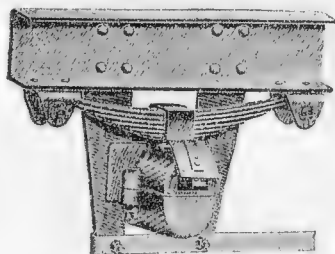
Колеса вагона устроены совсем не так, как в телеге. Во-первых, они имеют реборды (чер. 33а), которые мешают им соскочить с рельс.

Во-вторых, они прикреплены к осям наглухо; это сделано потому, что если бы колеса вертелись на осях, а оси не двигались, то, очень скоро изнашивши ось, они стали бы качаться вправо и влево (чер. 33а), как это бывает в телегах, и могли бы соскочить с рельс; наконец, в-третьих, оси в вагоне не могут поворачиваться. Если бы они поворачивались, то колеса тоже могли бы повернуться и соскочить с рельс внутрь пути. Колеса первых вагонов делались чугунными, литыми, но такие колеса быстро изнашивались и ломались. В настоящее время обычно делают отдельно обод и спицы. Обод делается стальной, насаживается на спицы в горячем состоянии и после охлаждения крепко обжимает их.

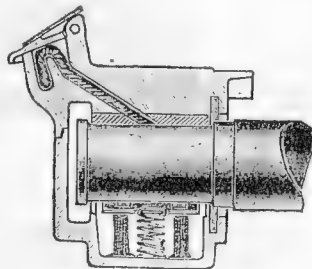


Чер. 33.

Задача: Определите, насколько увеличится средний диаметр обода при нагреве на 300°C , если при температуре 20°C он равен 1 м.



Чер. 34а.



Чер. 34б.

Так как оси вращаются вместе с колесами, то вагоны ставятся на них при помощи так называемых букс. Чер. 34а представляет собою такую буксу.

Из разреза (чер. 34б) видно, что на ось накладывается сверху половина подшипника, а сама букса тоже состоит из двух свинчиваемых половин; в нижнюю половину стекает масло, которым смазывается ось; верхняя половина имеет крышку для осмотра оси и наливания масла и служит опорой для вагона. Масло наливается в отверстие и по льняному или бумажному шнуру (так называемые *концы*) просасывается к оси сверху и постепенно стекает вниз.

Если развинтить обе половинки буксовой коробки, то нижнюю половину буксы можно снять и очистить; верхнюю половину снять нельзя, так как на нее опирается вагон. Чтобы вынуть верхнюю половину и колеса из-под вагона, нужно приподнять вагон особыми подъемниками, так называемыми домкратами, и тогда уже из-под них выкатить колеса и снять верхнюю часть буксы. Между подшипниками буксы и осью происходит очень большое трение, стремящееся стереть и ось и подшипник. Величина силы трения зависит от давления на ось и вида трущихся ча-

стей. Коэффициент трения составляет для жел.-дорожных осей около 0,01; таким образом, если на колесо давит около 6 тонн, то сила трения составит $P_1 = 6000 \text{ кг} \times 0,01 = 60 \text{ кг}$; эту силу должен преодолеть паровоз, когда он тянет вагоны. Но так как вагоны по рельсам бегут большим радиусом, чем радиус оси, по которой действует трение, то паровозу приходится тратить меньшую силу во столько раз, во сколько первый радиус больше второго, поэтому сила, которую затрачивает паровоз из-за трения осей вагонов $T = P_1 \frac{r}{R} = Qf \frac{r}{R}$, где Q вес вагонов; f —коэфф. трения; r —радиус оси; R —радиус колеса.

Задача. Какую силу затрачивает паровоз вследствие трения вагонов если вес поезда=500 тонн (этот вес и давит на колеса); диаметр оси=0,105 м, диаметр колеса=1,05 м.

Если бы оси и подшипники были из однородного материала, то они истирались бы одинаково. Но нетрудно видеть, что истертый подшипник сменить нетрудно и недорого, истертая же ось заставляет выбросить вместе с нею и оба колеса.

Поэтому стараются делать подшипники из более мягкого материала, чем ось, из бронзы, а соприкасающуюся с осью поверхность его заливают еще более мягким металлом—баббитом (особый сплав); благодаря этому истираются не оси, а заливка подшипников, которая периодически и сменяется.

Поставить вагон прямо на подшипник было бы очень жестко; от ударов на стыках страдали бы и буксы и вагоны.

Такая установка поэтому применяется только в переносных узкоколейных дорогах, где вагончики невелики, не тяжелы и скорость незначительна.

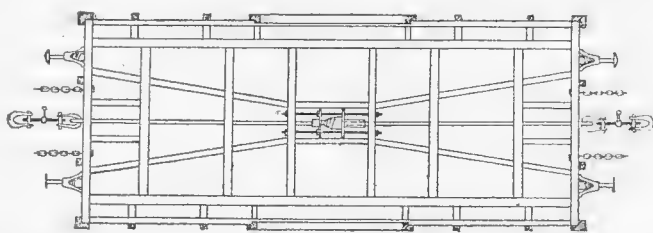
В обычных вагонах давление передается через рессоры (чер. 34а). Рессора представляет собой гибкую полосу, составленную из отдельных, скрепленных друг с другом полос. Средней утолщенной частью рессора опирается на буксу, а краями прикреплена к раме вагона.

При ударах рессора прогибается, и вагон качается вверх и вниз; для того, чтобы букса не выскочила в сторону, она устроена так, что может скользить вдоль так называемых лап, т.е. двух металлических направляющих полос, прикрепленных к вагону.

2. Рама вагона.

На рессоры непосредственно опирается так называемая рама вагона, составленная из деревянных брусков (чер. 35а) или металлических балок, к которой прикреплены соединения вагонов друг с другом (см. далее). На раму уже ставится кузов вагона.

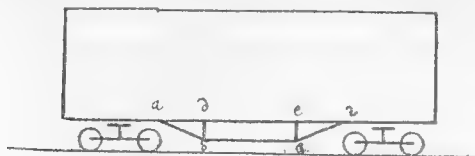
Если вагон длинный и колеса расставлены далеко друг от друга (пасс. вагоны), то брусья рамы поддерживаются так, называемыми шпренгелями (чер. 35б), которые легко заметить у каждого пассажирского вагона.



Чер. 35а.

Задача. Определите, как разлагается давление веса середины вагона на шпренгель; какие части при этом сжимаются и какие вытягиваются; почему вертикальная стойка у шпренгеля толстая, а наклонные раскосы

(так называемые струны)—круглые, тонкие. Измерьте в натуре длину балки, длину стойки и длину струн; проверьте по формуле Пифагора, верно ли вы произвели измерение; определите измерением толщину (диаметр) струн. Принимая, что кузов пасс. вагона весит 20 тонн и что на стойку шпренгеля приходится 0,25 этого веса определите, какое напряжение испытывают эти струны при измеренном диаметре (напряжение получается делением усилия на площадь сечения); посмотрите, не превышает ли оно 1000 килограммов на кв. см (допускаемого напряжения).

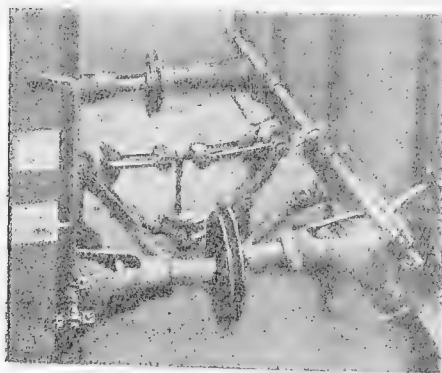


а б в г - шпренгель.
б в г - стойки.

Чер. 35б.

3. Сцепка.

Вагоны соединяются между собою особыми крюками и стяжками. На чер. 36 легко видеть, как устроена эта стяжка; она набрасывается на крюк и затем стягивается особым винтом с рукояткой и двусторонней нарезкой (винт идет в одну и другую сторону). Приглядитесь в натуре,



Чер. 36.

как она устроена и как стягивается. Сцепка имеет громадное значение в движении поезда; разрыв сцепки даст обрыв поезда, на подеме эти вагоны могут уйти назад и столкнуться со следующим поездом, а потому прочность сцепки имеет большое значение. В среднем, в русских условиях, при спокойном ходе паровоз тратит на тягу одного вагона около 0,2 тонны (200 килограммов); таким образом, чтобы тянуть 60 груженых вагонов, он должен дать усилие в 12 тонн; но при резком дергании это усилие может увеличиться в 1,5—2 раза. Наши русские стяжки рассчитаны только на нор-

мальное усилие в 16 тонн, а потому увеличение веса поезда, во многих случаях, ограничено не силой паровоза, а прочностью сцепки.

В наших вагонах, как это видно из чертежа 35а, оба противоположных сцепных крюка соединены друг с другом стержнем, проходящим через весь вагон, так что все крюки составляют как бы одну непрерывную связанную прямую линию, на которой нацеплены вагоны. На стержнях посередине вагона прикреплены буферные пружины, которые смягчают удар вагона при дергании поезда паровозом (посмотрите это устройство под вагоном и разберитесь в нем).

4. Буфера.

Для того, чтобы вагоны не ударялись очень сильно друг о друга при движении под гору или при остановке поезда—у них имеются два буфера, т.е. две тарелки, которые упираются в вагон помощью буферной пружины (чер. 35а и 36)*. Буфера устроены так, что правая тарелка

* Пружины помещены в т. наз. «стакане».

сделана выпуклая, а левая—плоская, так что давление тарелок друг на друга в противоположных вагонах приходится в центр тарелки (иначе при поворотах тарелки могли бы ломаться). Устройство буфера легко видно на вагонах со сквозными стаканами. Описанная сцепка, называемая европейской, обладает большими недостатками: во-первых, для сцепления вагонов сцепщику необходимо пролезть между буферами, а потому прицепка и отцепка опасны, тем более, что сцепить два вагона можно только тогда, когда они прижаты друг к другу, (а это бывает только при накатки их паровозом, т.-е. на ходу поезда, и лазить под вагон на ходу, конечно, рискованно), во-вторых, устройство двух буферов, в случае разбивки хотя бы одной тарелки, уже делает рискованным движение поезда; в-третьих, во время крушения поезда, буфера очень часто насккивают друг на друга и тарелки ударяют уже не в тарелки, а в кузов вагона, так что вагоны лезут друг на друга; в-четвертых, наконец, при нашей системе стяжки, сила тяги проявляется, благодаря силовой стержневой связи, вся сразу при трогании с места, что очень затрудняет работу паровоза.

Эти недостатки привели в Соед. Штатах к устройству так называемой «центральной автоматической сцепки». Вагоны здесь имеют только по одному буферу—посередине вагона; сцепка проходит через буфер и устроена (довольно сложно) так, что когда два вагона сталкиваются, то они сцепляются сами собою: расцепить их можно особым рычагом, находящимся сбоку вагона и потому расцепка неопасна для сцепщика. Удобства этой сцепки очень велики, но переменить все сцепные приборы во всех вагонах представляет такие затруднения, что трудно сказать, удастся ли нам и когда перейти на этот новый способ сцепки.

Задача 1. Какое усилие должна выдерживать сцепка, чтобы паровоз тащил 75 вагонов, если для тяги вагона требуется сила в 200 килограммов; какого диаметра должна быть тяга для этой силы, если допускаемое растяжение на 1 см² принять в 1200 килограммов?

2. Сопротивление вагона движению при подеме равно i составляет $Q(i+f)$, где i —подъем ¹⁾, $f = 0,002$,—а Q —вес вагона в килограммах. Сколько вагонов можно тащить по подему в 0,008, если стяжка выдерживает 15.000 килограммов, а вес груженого вагона—25.000 килограммов. Сколько вагонов можно тащить при той же стяжке на подеме в 0,015 и в 0,004?

3. Что лучше для стяжек: если поезд идет: 1) двойной тягой, т.-е. два паровоза впереди, а вагоны сзади или 2) с подталкиванием, т.-е. один паровоз—впереди и один—сзади вагонов?

4. Подталкивающий паровоз толкает с силой в 5.000 килограммов на подъем в 0,015; что испытывают при этом задние вагоны, где кончается действие подталкивания и начиная с какого вагона (считая сзади) начинают действовать уже через стяжки передний паровоз?

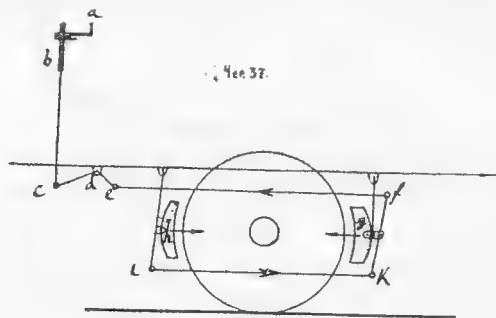
5. Тормоза.

Для остановки поезда в пути служат тормоза. Тормоза представляют собой чугунные или (в узкоколейных дорогах) деревянные подушки, прижимаемые к колесам так, что колеса или уменьшают от трения свою скорость, или же останавливаются совсем.

Тормоза ставятся и на паровозе и на вагонах и бывают ручные или автоматические.

¹⁾ Напр., 6/1000, 8/1000 и т. д.

На черт. 37 показано действие ручного тормоза: кондуктор вертит рукояткой *a* гайку вертикально-стоящего винта *b*; винт передвигает рычаг *cde*, а последний—помощью тяги *ef*—нажимает на колесо колодку *g*; другая такая же колодка *h* нажимается посредством рычага *fk* и тяги *sk*.



Черт. 37

Сильное нажатие может остановить вращающееся колесо, и оно будет уже не катиться, а скользить по рельсу.

Коэффициент трения при качении по ровному месту составляет около 0,003, а при начале скольжения — около 0,160, а потому сила сопротивления вагона возрастает в 50 раз, что и служит причиной остановки.

В действительности явление это имеет несколько более сложный характер, так как коэффициент трения зависит от силы нажатия колодки, от скорости движения поезда и других причин, а потому в действительности сопротивление возрастает только в 10—15 раз.

Нажатие колодок на все четыре колеса товарного вагона производится с большой силой около 7 тонн (420 пудов); эта сила передается давлением кондуктора на рукоятку тормоза при посредстве винта с очень пологой нарезкой. Представим себе, что для нажатия колодок потребовалось опустить винт на высоту *h* и для этого было сделано *n* оборотов рукоятки.

За каждый оборот винт понижается на высоту h_1 равную ходу винта, а рукоятка проходит путь $2\pi l$, где *l*—длина рукоятки. По закону действия винта имеем: $Q' h_1 = 2\pi l P$, где Q' —давление винта, а *P*—давление руки на рукоятку. Отсюда $Q' = \frac{2\pi l}{h_1} P$.

Зная *P*, можно найти Q' —и обратно.

Задача. Измерьте на вагоне так называемый ход винта, т. е. расстояние от середины одного зубца винта до середины другого и длину рукоятки (расстояние от оси до ручки) и определите, какое давление можно произвести этим винтом, если сила нажима тормозильщика составит 25 килограммов. Обратите внимание, что давление это увеличивается еще дальше путем рычагов, передающих его к колодкам.

Ручные тормоза обладают большими недостатками: во-первых, давление их не может быть очень велико, во-вторых, они требуют большой бдительности служащих, постоянного присутствия их на тормозе и притом в бодром состоянии (не спящими); наконец, даже и при этих условиях от свистка паровоза, требующего торможения, до окончательного затормаживания проходит много времени, и хотя в России принимается на это 10 секунд, но в действительности эта величина, несомненно, больше. Эта ненадежность и медленность действия ручных тормозов привела к изобретению автоматических тормозов, действующих по желанию машиниста, или даже пассажира, или любого поездного агента посредством сжатого или разреженного воздуха.

На черт. 38 показана схематически идея тормозов Вестингауза, работающих сжатым воздухом и принятых у нас в СССР (для пассажирских поездов).

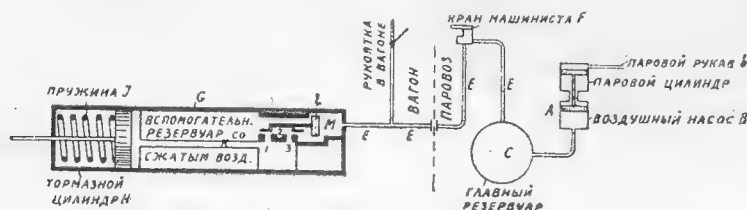
На паровозе имеется насос *B* с поршнем *A*; поршень работает паром от паровоза, насос (компрессор) накачивает воздух под давлением до 5 атмосфер в так называемый главный резервуар *c*.

От резервуара идет труба Е (главный воздухопровод) через весь поезд, соединенная с краном у машиниста F.

Соединения этой трубы при сцепке или расцепке вагонов производятся особыми гибкими рукавами, имеющими ту особенность, что они на концах всегда заперты и открываются только тогда, когда герметически соединены друг с другом.

Главный воздухопровод, кроме рукоятки на паровозе, позволяющей выпустить из него воздух, имеет также рукоятки в каждом тормозном вагоне (запломбированные), позволяющие в любой момент пассажиру поезда открыть рукоятку и выпустить воздух из главного воздухопровода.

Сжатый воздух воздухопровода проходит во вспомогательный резервуар G с распределительными клапанами, находящийся под каждым тормозным вагоном; к резервуару присоединен тормозной цилиндр H



Чер. 38.

с поршнем, который под давлением пружины I отодвинут в левую сторону; стержень поршня соединен с колодками и в указанном положении колодки отторможены. Посредством трубки k и прохода 3 и 2 тормозной цилиндр при этом соединен с наружным воздухом, а воздух из воздухопровода проходит через M в щель под поршнем L во вспомог. резервуар.

Если давление в главном воздухопроводе высокое, то все колодки отторможены; если повернуть рукоятку на паровозе или на любом вагоне, то воздух из главного воздухопровода выходит, давление в нем уменьшается и тогда давление воздуха во вспомогательных цилиндрах, подвигая поршень M вправо вместе с прикрепленным к нему золотником, закрывает наружный проход 2 и наоборот соединяет вспомогательный цилиндр G через отверстие 1 с тормозным.

Под давлением сжатого воздуха поршень цилиндра подвигается влево и, нажимая колодки, тормозит поезд. Для усиления действий ставится еще так называемый усилитель (на схеме для простоты не показанный).

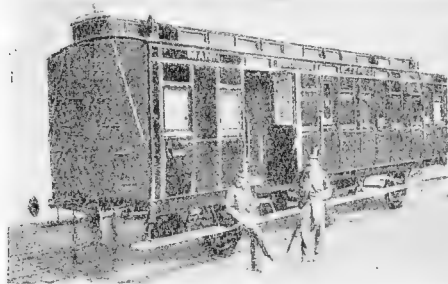
Интересно отметить, что в случае порчи воздухопровода, разрыва его и т. д.—поезд затормаживается сам собою, что очень важно; так как обратное явление было бы очень опасно для движения. Таким образом, оторвавшиеся пасс. вагоны затормаживаются и остаются на месте. Автоматические тормоза действуют очень быстро и достаточно надежно, а потому существует стремление ввести такие тормоза и на товарных поездах. Это сделано в Соед. Штатах; у нас это не вводится вследствие больших затрат, требующихся на оборудование вагонов.

На случай порчи автоматических тормозов—на пасс. вагонах всегда имеются запасные ручные рукоятки.

6. Пассажирские вагоны.

Пассажирские вагоны обшиваются снаружи железом, имеют два входа по концам, снабжены окнами и сиденьями. Длина пассажирских вагонов доходит до 20—24 м. Для удобства публики вагоны снабжаются уборными, освещением и отоплением.

Развитие пассажирского вагона и его удобного оборудования шло очень постепенно. Первые поезда имели простые платформы, на которые вкатывались экипажи или кареты с пассажирами. Это, конечно, возможно было только для богатых пассажиров; затем стали устраивать крытые вагоны с расположением мест по типу конечных вагонов и омнибусов. Очень много вагонов за границей и до настоящего времени устроены с целым рядом дверей в продольной стенке вагона и с разделением перегородками на отдельные купе, так что кондуктор может пройти через вагон только снаружи по специальному помосту (чер. 39). как



Чер. 39.

это у нас встречается в так называемых *линейках*. Гораздо удобнее для сообщения и для пассажиров вагоны с внутренним проходом, созданные впервые в Соед. Штатах и получившие распространение у нас в СССР.

Дальние расстояния проезда, имеющие место в Соед. Штатах и у нас в России, привели к созданию типа спальных вагонов или особо устроенных с мягкими рас-

кладными кроватями, или же просто позволяющих сиденья превратить посредством откидывания подвешенных площадок в лежачие места по числу едущих пассажиров. Большинство наших русских вагонов позволяет, однако, из каждых 8 человек спать только 6, если не пользоваться багажными полками. Обычно этого бывает достаточно, так как число едущих не всегда достигает полного комплекта.

Большинство европейских вагонов 3-класса, в виду коротких расстояний, не приспособлены для сна.

Дачное движение на коротких расстояниях требует от вагонов большой вместительности; здесь стараются вагоны приближать к трамвайному типу, отказываясь от багажных полок и допуская даже так называемые стоячие места. Так, например, американские пригородные вагоны, оставляя посредине вагона стоячие места, вмещают до 100 мест (наши обычные вагоны вмещают обычно 30—60 мест).

Стремление увеличить вместимость вагона приводило к ряду проектов двух-этажных вагонов. У нас во время войны и революции появились, например, так называемые вагоны-шанки, имевшие второй этаж, правда, очень низкий, но они не получили распространения. За границей такие двойные вагоны иногда встречаются.

Устройство спальных мест в специальных вагонах сопровождается часто очень большими удобствами и даже роскошью; так, в каждом купе помещается особый умывальник, иногда с холодной и горячей водой, полотенцем и мылом, зеркало, иногда даже отдельная уборная, тюфяки снабжены пружинами или расположены на металлической сетке. Очень много остроумия проявлено при этом (особенно за границей) в приспособлениях отдельных частей, чтобы они занимали минимум места.

Так тюфяки на день переворачиваются, а постельное белье складывается в ящик под сиденье, умывальники складываются и закрываются в виде шкафчика, мыльницы устраиваются иногда в виде особой рукоятки, вращая которую можно получить (как на кофейной мельнице) мыльный порошок.

Наконец, специальные роскошные вагоны снабжаются радиотелефоном с громкоговорителем, позволяющим во время путешествия вести переговоры, слушать концерты и т. п.

В противоположность этому следует отметить курсировавшие у нас во время войны и революции так называемые теплушки, в которых, кроме досок для сиденья, ничего не имелось.

В простейших типах вагонов отопление производится помощью железных печей, поставленных посредине вагона. Неудобство и опасность такого отопления очевидны сами собою.

Более рационально отопление особой печью в конце вагона с проводкой водяных или паровых труб от нее по вагону.

Наконец, часто отопление ведется паром, при чем пар доставляется либо паровозом, либо специальным «*вагоном парового отопления*», поставленным посредине поезда и снабжающим паром остальные вагоны.

Простейшее освещение вагонов—свечи в особых фонарях—имеет место у нас в большинстве вагонов.

Лучшими способами являются газовое и электрическое освещение.

Газовое освещение производится с помощью так называемого кальция-карбида, который в соединении с водою дает ацетиленовый газ, сгорающий очень ярким светом. 1 kg карбида дает до 300 литров ацетилена.

Запах газа (очень вредного для дыхания) иногда чувствуется в вагонах, если газопровод имеет где-либо утечку.

Электрическое освещение производится или специальным вагоном (обычно тем же, что и для отопления) с генератором электрического тока или от паровоза (или от оси вагона), где имеется специальная динамо, работающая в связи с движением поезда. На время остановки поезда действуют аккумуляторы, запаасающие электрическую энергию во время движения и отдающие ее при остановке.

Во время остановки поезда часто заметно некоторое понижение силы освещения.

Задашие для экскурсии и задачи. Осмотрите детально один-два пасс. вагона (один 3 класса и один спальный *), выясните устройство его сидений, приспособлений для сна, рассмотрите уборные, устройство отопления и освещения, фонари, лампочки и т. д. Прочтите на раме вагона его вес (тара), сосчитайте число мест и определите, сколько веса приходится на одного пассажира в одном и в другом вагоне.

Какой из них выгодней для движения? Сравните это с теплушкой, вес которой составляет около 7 тонн и в которой помещается до 40 человек.

Постарайтесь сравнить это с весом трамвая и числом мест в нем.

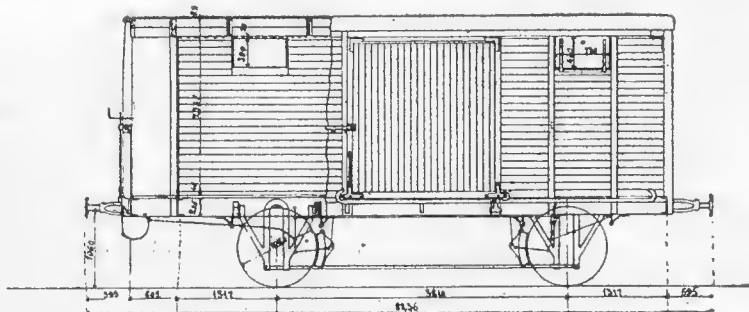
Принимая вес человека около 70 килограммов, а вес человека с багажем—около 100 кг.,—определите во сколько раз вес *полезного* груза (человек с багажем) так наз. (*netto*) меньше веса, так наз. *мертвого* груза (*tara*—вес вагона); какую часть от *brutto* (вес *netto*+вес *tara*) составляет *netto* и *tara*; сравните эти отношения для всех указанных случаев.

7. Товарные вагоны.

Крупнейшие подразделения товарных вагонов: вагоны крытые, открытые (полувагоны и платформы) и цистерны. Крытый вагон (чер. 40) представляет собой обычно деревянный кузов с задвижными дверями в продольных стенках. Такой вагон может служить для перевозки любого груза в упаковке (в бочках, ящиках, канистрах и т. д.), предохраняя его от подмочки дождем и снегом, а также и от расхищения. Вагонные двери запираются на задвижку, которая затем скрепляется проволокой со специальной пломбой. Целость пломбы указывает на то, что хищения и потери груза не было.

*) Особенно «международный».

Некоторые грузы, однако, не нуждаются в защите от непогоды и, кроме того, погрузка их в крытый вагон затруднена (напр., бревна, рельсы, камень, железные крупные изделия и т. п.) и потому перевозятся на открытых вагонах, т.-е. не имеющих кузова. Для укрепления груза на таких вагонах в особые скобы у бортов ставятся стойки, между



Чер. 40.

которыми и располагается этот груз. Очень часто на открытых вагонах перевозятся и ценные, требующие покрытия машины или изделия и товары, покрываемые в этом случае брезентом. В Англии это является распространенным способом для всех грузов.

Для перевозки песка и др. грузов у платформ имеются откидные борты, позволяющие сделать для песка как бы небольшой ящик. Наконец, для угля применяются так наз. полувагоны, имеющие более высокие борты.

Товарные вагоны не все имеют тормоза.

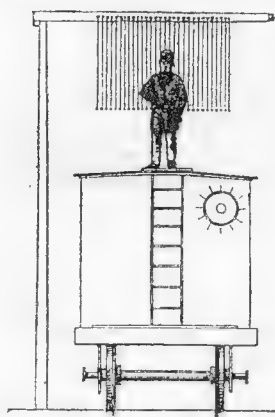
Нетормозные вагоны поэтому короче тормозных, т. к. не имеют площадок для тормозного кондуктора. Нормальная длина нашего двухосного вагона нетормозного 7,64 м. и тормозного 8,24 м.

Для перевозки некоторых специальных грузов имеются специальные вагоны, так например, для перевозки жидких грузов: нефти, керосина, спирта (а во Франции и вина)—имеются цистерны, в которых кузов представляет лежащий цилиндрический бак с отверстиями сверху для наливания и с рукавом внизу для выпуска жидкости.

Большинство наших вагонов — короткие и двухосные и могут перевозить от 12,5 до 16 тонн груза.

Для увеличения емкости вагонов, однако, применяются частью у нас, но особенно в Америке, большие четырехосные вагоны с тележками, вмещающие до 50 тонн груза.

Из них особенно интересны вагоны американского типа, снабженные поверху перилами. В Америке для уменьшения числа кондукторов, кроме автоматических тормозов, применяется способ осмотра кондукторами поезда сверху с проходом по крышам.



Чер. 41.

При проходе поезда по мосту с ездой понизу, кондуктор, чтобы не разбиться о верхние связи моста, должен обязательно присесть; для этого перед мостами ставятся специальные сигналы с подвешенными к ним мягкими шариками (черт. 41); этот «чувствительный» сигнал ударяет кондуктора шариками и этим предупреждает об опасном и. Во время революции, когда езда на крышах практиковалась в больших размерах, масса пассажиров

погибла от ударов о мосты, и в некоторых случаях дороги ставили такие же предупредительные сигналы.

Длина американских вагонов больше, чем двухосных, доходя до 15 м., но обычно не вдвое, так что, если требуется в поезде перевезти определенное количество грузов, то поезд из длинных вагонов будет короче, чем из коротких. Большие вагоны имеются всех видов: крытые, открытые, полувагоны и цистерны.

Для удешевления погрузки и выгрузки очень важно, чтобы вагон был возможно лучше приспособлен для этих операций.

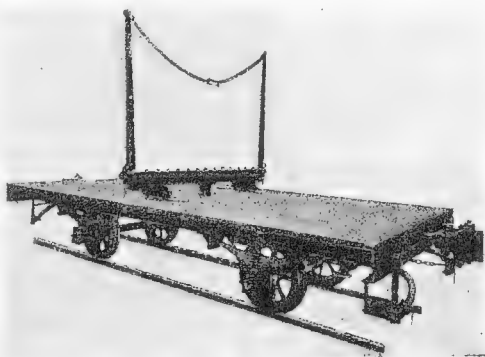
В этом отношении открытый вагон удобнее крытого, так как позволяет непосредственно вкатывать на него бревна, рельсы, прямо сбрасывать с него землю, песок и, наконец, пользоваться поворотными крапами для погрузки и выгрузки тяжелых предметов; точно так же удобны для налива и цистерны; наоборот, крытые вагоны неудобны для погрузки; в них грузить приходится через ворота вручную или тележками, размещая затем груз внутри вагона.

Для грузов сыпучих (уголь, руда, камень, хлеб зерновой и т. д.) устраиваются иногда специальные приспособления для того, чтобы такой груз мог непосредственно сам собою высыпаться из вагона. Для этого такие вагоны делаются раскрывающимися снизу или с боков или в поперечных стенках.

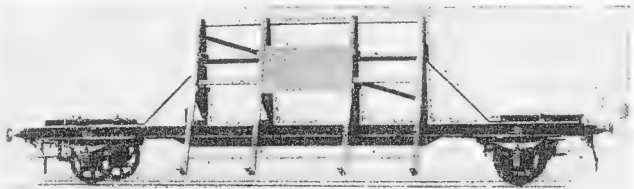
Наконец, для перевозки специальных грузов, отличающихся особенностями их погрузки или содержания, применяется целый ряд специальных вагонов; так, напр., для погрузки мелкого скота или птицы вагон делят пополам и грузят в два этажа. Для погрузки длинных предметов, требующих длины в 2 вагона — на платформах устраивают вращающиеся на оси поперечные металлические балки (чер. 42), на которые уже кладется длинный предмет (напр., мосты, очень длинные бревна или балки и т. п.).

Для погрузки больших оконных стекол применяются

за-границей специальные вагоны (чер. 43), на которых стекла ставятся на особые поставки и которые снабжены очень хорошими рессорами, уничтожающими почти полностью толчки от движения.



Чер. 42.



Чер. 43.

8. Холодный транспорт.

Наконец, за последнее время приобретает громадное значение так наз. холодный транспорт, т. е. перевозки скоропортящихся грузов в вагонах, имеющих определенную температуру (летом холодную, зимой теплую), при которой груз не портится. Таковы, напр., молочные бидоны, мясные вагоны, фруктовые вагоны, вагоны для мороженого мяса, рыбы и т. д.

Вагон для скоропортящихся грузов имеет в себе ледник, служащий для охлаждения, а зимою печку; кроме того, он обшивается нетеплопроводным материалом (пробкой, бумагой, картоном и т. д.) и часто красится белой краской, чтобы не пропускать солнечного тепла.

На определенных станциях вагоны снабжаются льдом. Для лучшего испарения льда (и большего охлаждения) его посыпают крупной солью. За границей (Германия, Америка) применяют и более совершенные устройства.

Так, для вентиляции вагона (содействующей его охлаждению) применяют особые вентиляторы, действующие при движении вагона; (такие же вентиляторы применяют и у нас в так называемых вагонах-ресторанах), кроме того, применяют вместо льда искусственное охлаждение испарением «хлористого метила», газ проходит по трубам по всему вагону и затем осаждается в виде жидкости в особый сосуд, откуда снова перекачивается компрессором.

Наконец, отопление вагона тоже делается иногда паровым с приводкой пара из паровоза.

Температура вагона для свежего мяса должна составлять 2—4° С.

Очень многие грузы, как молоко, пиво, минеральные воды, картофель совершенно портятся от замерзания, другие (напр., яблоки при условии медленного их отогревания) могут выдерживать небольшой мороз.

Хорошим способом предохранения груза от порчи является упаковка в стружки, опилки, а за последнее время в бумагу. Фрукты, завернутые в бумагу, выдерживают холод на 9° С больше, чем без бумаги.

Организация холодного транспорта дает очень хорошие результаты, так напр. бананы раньше портились в перевозке на 50%, в настоящее время всего на 0,5% (в 100 раз меньше); свежее молоко является возможным возить в Москву из Вологды, т.-е. на расстоянии 450 верст; фрукты возятся из Крыма, из Ташкента почти без порчи. Наконец, самым важным является перевозка свежего мороженого мяса на протяжении тысяч верст. Таким способом мороженое мясо (правда, водою) доставляется из Австралии в Англию на расстоянии 20.000 километров.

Вопросы и задачи. Постарайтесь пойти на станции американский вагон, а также молочный или мясной, рассмотреть его во всех деталях; выясните способы установки груза, набивки льда и т. п. Сравните тару с полезным грузом в различных товарных вагонах (по надписям на раме вагона), а также с пассажирскими вагонами. Определите, какой груз может везти самый длинный из поездов, который вы видели на станции в груженом состоянии и в порожнем. Определите, какая сила нужна для тяги этого поезда (см. стр. 33) в обоих случаях. Посмотрите устройство выпускного рукава у цистерны.

V. ПАРОВОЗ.

1. Идея паровоза и его изобретение.

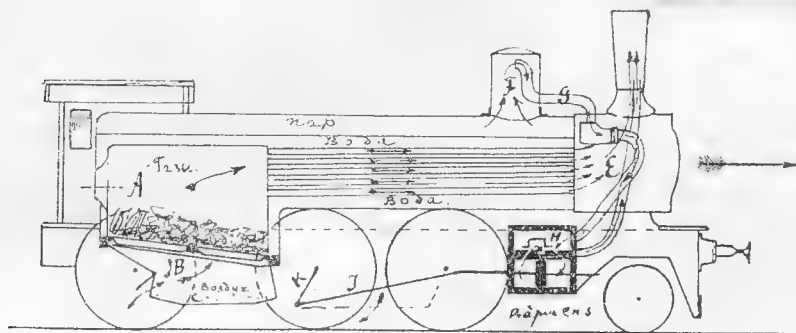
Паровоз является двигателем поездов и представляет собой соединение котла с паровой машиной, движущей колеса.

Изобретение паровоза, несмотря на кажущуюся нам простоту идеи, было делом далеко не легким. Затруднения состояли в том, что паровую машину нужно было улучшить, поставить на колеса, увеличить производство пара.

Фабричные паровые котлы первоначальной конструкции делались больших размеров, чтобы давать больше пара; они имели высокие трубы для создания усиленной тяги; если мало было одного котла, ставили два. Конечно, эти способы были мало пригодны для паровоза; трубы нельзя было делать очень высокой, котел нельзя было делать очень боль-

шим, так как он не мог бы поворачиваться по рельсовому пути и был бы неустойчив по ширине, а между тем мощность для паровоза требовалась часто не меньше, а больше, чем в обычных машинах. Стефенсон, считающийся отцом паровоза (начало XIX столетия) удачно использовал как свои, так и чужие изобретения для того, чтобы создать паровоз.

Одним из важных изобретений было применение Сегеном дымогарных трубок, т.-е. такого устройства, при котором горячие газы и дым проходят по трубкам сквозь наполненный водой котел (чер. 44); при таком устройстве нагрев идет чрезвычайно быстро, так как площадь нагрева (площадь, по которой прикасается вода к дымогарным трубам) очень велика.



Чер. 44.

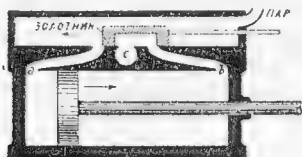
Другим изобретением был выпуск пара из цилиндров непосредственно в трубу. Пар, благодаря большому давлению, быстро вытекает в трубу и создает большую тягу для горячих газов, что с избытком замещает устройство высокой дымовой трубы. Конечно, кроме того, потребовалось разрешить целый ряд сложных деталей конструкции. В 1814 г. Стефенсон создал первый паровоз Блехер, а в 1825 г. была им же создана первая железная дорога. Настоящий паровоз, конечно, много совершеннее первого, но основные черты его остались те же.

2. Схема работы паровоза.

Паровоз состоит (чер. 44) из топки А с дверцами для заброски топлива, колосниками, на которых лежит топливо, поддувалом В и зольником С для доступа воздуха и для выгребания золы. Горячие газы проходят по целому ряду трубок, согревающих воду в котле и попадают в дымовую коробку Е, из которой и уходят в трубу. Пространство над топкой и вокруг дымовых трубок представляет котел, наполненный водой.

Газы, выходящие из топки при температуре около 1000° , отдают большую часть тепла через трубки воде и уходят в дымовую коробку при температуре около 250° . Нагреваемая этой теплотой вода превращается в пар, при чем, так как пар не уходит, а остается в замкнутом пространстве, то давление его все увеличивается и доходит до 12—16 атмосфер. (т.-е. килограммов на кв. сантиметр). Полученный влажный пар скопляется в так называемом сухопарнике F, где становится суше, освобождаясь от оседающих капель воды и уже в сухом виде передается по паропроводной трубе G в цилиндры паровоза. Пройдя через особую коробку H, приделанную к цилиндру; пар через отверстие попадает к поршню цилиндра. Под давлением пара поршень передвигается и, нажимая своим стержнем (штоком) на прикрепленный к нему шатун J и палец K кривошипа, заставляет колесо поворачиваться по направлению стрелки.

Такова общая механика работы паровоза, но в деталях она требует более тщательного разбора. Первым вопросом является то, что для вращения колеса поршень нужно двигать то вправо, то влево, а следовательно, пар нужно подавать попеременно то с одной, то с другой стороны. Такая подача производится автоматически при помощи так называемого

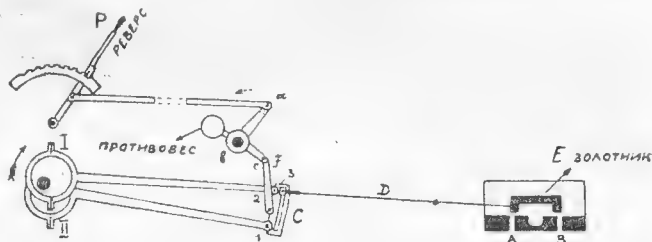


Чер. 45.

золотника. Золотник представляет крышку (чер. 45), которая закрывает всегда два отверстия из трех: отверстия *a* и *b* — соединены с цилиндром, отверстие *c* служит для выпуска пара в дымовую трубу. В нашем случае открыто отверстие *a* для впуска пара, а отверстия *b* и *c* закрыты золотниковой крышкой, так что пар, бывший в цилиндре, выходит в дымовую трубу. По мере передвижки поршня движется и золотник, но в обратную сторону, так что, когда поршень доходит вправо до *b*, то золотник, перейдя влево, открывает для пара отверстие *b* (см. чер.), *a*, отверстия *a* и *c*, наоборот, соединяет вместе.

Таким образом, пар начинает входить уже с противоположной стороны цилиндра, а пар, входивший ранее со стороны *a*, начинает выходить в дымовую трубу.

Чтобы сделать движение золотника автоматическим, его соединяют помощью стержня и так называемого эксцентрика (т.е. круга с отверстием не посередине, а несколько сбоку) с осью колеса¹⁾. Не трудно видеть, что



Чер. 46.

эксцентрик действует так же, как кривошип, длина которого равняется расстоянию между осью эксцентрика и осью колеса (см. чер. 46)²⁾, а потому вращение колеса двигает эксцентрик взад и вперед, а потому, как поршень, двигаясь взад и вперед, вращает колесо.

3. Кулисса.

Для паровоза часто приходится изменять направление движения; для этого, очевидно, нужно изменить направление впуска пара, т.е. впускать его туда, откуда он должен был бы уходить и наоборот. Для удовлетворения этому требованию Стефенсон устроил так называемую «кулису».

Он насадил на ось два эксцентрика I и II, расположенных по направлению эксцентрициитета под углом в 180° , так что когда один эксцентрик движется назад, второй движется вперед. Оба эксцентрика соединяются помощью шарниров 1, 2 с особой дугой C с вырезом (наз. кулиссой), а уже эта последняя соединена подвижным шарниром z (наз. камнем кулисы) с тягой D золотника E; дуга C посредством тяги F может подвигаться вверх и вниз, что делается особым рычагом P, находящимся у машиниста (реверс). На нашем чертеже показана кулисса Стефенсона. На чер. 46 тяга золотника движется эксцентриком I в направлении

¹⁾ Чтобы насадить эксцентрик на ось, его делают из двух свинчиваемых половинок.

²⁾ Расстояние это дает «направление и размер эксцентрициитета».

направо, открывает отверстие А и закрывает В; нетрудно видеть, что если мы в этот момент рукояткой Р (реверсом) поднимем вверх дугу так, чтобы камень с тягой золотника уперся в нижнюю часть выреза, золотник будет двигаться уже эксцентриком II и в противоположную сторону, т.-е. поезд даст задний ход. Если мы поставим тягу на середину кулисы, то золотник



Чер. 47.

перестает двигаться совсем, а если подвинем не полностью до конца кулисы, а на часть ее, то золотник будет делать меньший размах, т.-е. будет открывать только часть отверстия и выпускать меньше пара. Таким образом, кулиса не только меняет ход поезда, но и регулирует выпуск и выпуск пара, давая так называемую «отсечку», т.-е. выпускает пар не на всем протяжении хода поршня, а наполовину, четверть и даже до 0,1 хода. Следует отметить еще одну особенность. Паровозы имеют всегда по 2 цилиндра, при чем поршни размещаются так, чтобы кривошипы противоположных колес были под углом 90° друг к другу. Это делается для того, чтобы не было «мертвых точек». Дело в том, что когда поршень доходит до конца и должен повернуть обратно, то легко видеть, что он не сможет этого сделать, так как шатун идет по одной линии с осью и, следовательно, не может повернуть колеса (чер. 47), но в это время второй поршень находится на половине хода и, как видно из чертежа, производит полное вращательное действие.

Таковы в кратких чертах особенности паровой машины.

4. Арматура.

Уже из описания паровоза видно, насколько важно машинисту следить за работой паровоза и насколько сложно управлять им. Для уверенной работы машинист имеет под руками целый ряд приборов и приспособлений, гарантирующих безопасность этой работы. Ряд приборов при котле паровоза называется его арматурой и состоит из следующих:

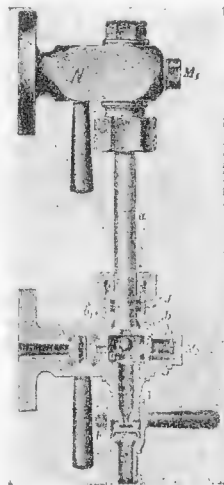
1. Водомерное стекло (чер. 48 а), т.-е. стеклянная трубка, показывающая, на каком уровне стоит вода в котле. Если воды в котле мало, то она, испаряясь очень быстро над тонкой в тонком слое, может дать сразу громадное количество пара и вызвать взрыв котла. Кроме того, обнажение верхней части тонки может вызвать порчу ее, так же, как это происходит в самоваре, поставленном без воды. На случай, если бы стекло лопнуло, оно окружено сеткой, которая предупреждает от разлетания стекла в стороны; трубка имеет краны вверх (от пара), вниз (от воды) и в самом низу (для прочистки); действуя кранами, можно:

а) Закрыв вход воды и открыв паровой и прочистной краны—прочистить трубку паром.

в) Закрыв паровой кран и открыв спускной, очистить трубку от грязи.

с) Закрыв спускной кран и открыв оба других, следить по трубке за уровнем воды, которая не должна спускаться ниже определенной черты.

На случай, если бы стекло лопнуло, машинисту необходимо закрыть паровой и водяной краны, а следить за уровнем воды придется уже по

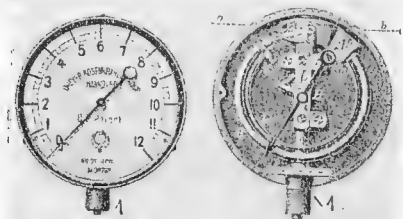


Чер. 48а.

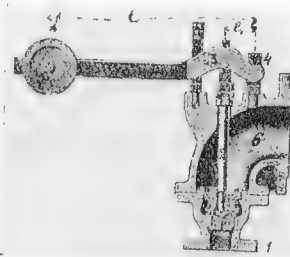
специальным так называемым водопробным краном (2 или 3—друг над другом); открывая тот или другой кран, машинист следит, идет ли оттуда пар или вода и этим определяет уровень воды.

Наконец, для еще большей гарантии, в тонке иногда устраиваются легкоплавкие пробки, которые плавятся при понижении уровня воды и дают пар; в этом случае из тонки немедленно выгребают жар.

Другим опасным элементом является давление пара, которое, конечно, не должно превышать определенного предела. Следит за этим машинист по манометру, устройство которого известно из физики (чер. 48 б); на каждом паровозе существует, кроме того, предохранительный



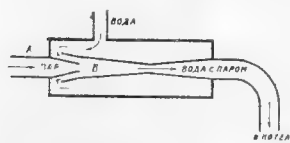
Чер. 48б.



Чер. 48в.

клапан (чер. 48 в), который автоматически открывается при повышении давления и выпускает пар. Устройство клапана, основанное на действии рычага, известно из физики. Расчет клапана и веса необходимого груза производится очень легко. Если l и l_1 —указанные на чертеже расстояния, d —диаметр клапана, а p —давление пара в kg. на cm^2 , G —вес противовеса, то момент противовеса = моменту силы давления пара, т.-е. $G l = \frac{\pi d^2}{4} p l_1$; отсюда можно определить одну из величин, задаваясь 4 остальными.

Для наполнения котла водою применяется особый прибор, так наз. инжектор, показанный в разрезе на чер. 48 г; если в трубу А пропускать пар, то он, разрежая воздух в трубке В, потянет за собой воду из тендера. (Весь прибор действует на принципе пульверизатора).



Чер. 48г.

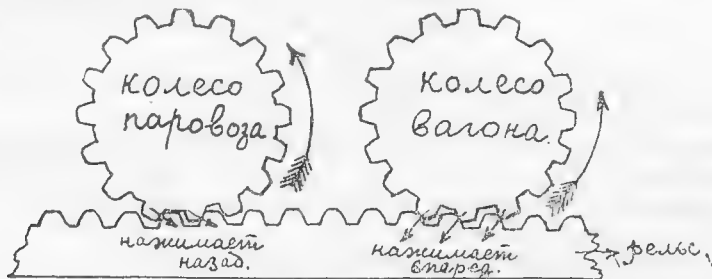
Наконец, котел имеет еще ряд других приборов, нужных для его обслуживания, как напр., спускной кран (для спуска воды и грязи), воздушный кран—для впуска воздуха при выпуске воды, так как иначе воздух в котле расширится и уменьшенное давление не позволит спустить воду. Доказательство этому легко видеть, если взять стакан, опустить его в ведро, заполнить водою и попробовать вытаскивать вверх дном; вода будет оставаться в стакане и не выходить из него; то же можно сделать, налив водою испорченную электрическую лампочку.

Кроме арматуры котла под руками у машиниста есть еще ряд других приборов уже для управления паровозной машиной. Мы перечислим здесь состав приборов, расположенных в будке машиниста: водомерное стекло, три пробных крана, манометр, рычаг предохранительного клапана, рычаг, регулирующий выпуск пара в цилиндры, паровпускной клапан инжектора, рукоятка от песочницы (для подсыпки песку на рельсы при очень скользких рельсах), рукоятка продувательных кранов, реверс, 2 тяги для открывания зольника для передних и задних дверей и ряд других.

5. Типы и виды паровозов.

Уже с первого взгляда на несколько паровозов можно заметить их резкое отличие друг от друга. Прежде всего число колес у них различно; различно также и расположение колес; наконец, различны число, размеры и расположение цилиндров.

Первые паровозы имели только одну пару так наз. *движущих* колес, т.е. связанных с цилиндром помощью шатуна и кривошипа. Но вскоре выяснилось, что такие паровозы, даже при очень сильной машине, не обладают большой силой тяги. Чтобы понять причины этого, необходимо рассмотреть явления, происходящие на дороге при движении поезда. Мы знаем, что при движении одного предмета по какому-либо другому всегда приходится считаться с силой трения.



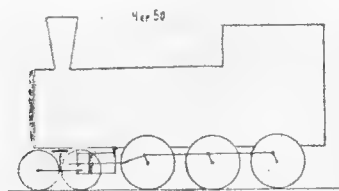
Чер. 49.

Трение это, если предмет скользит—называется трением скольжения. Если катится, то трением качения. Трение скольжения, как мы видели выше, для железа по железу определяется коэффициентом $f_1 = 0,16$, при качении оно зависит от радиуса качения и выражается, примерно, формулой $f_2 = \frac{m}{r}$ представить себе явления трения очень легко, если вообразить, что рельсы имеют неровную мелкозубчатую поверхность, а сами колеса тоже покрыты мелкими зубцами (чер. 49).

Легко видеть, что при трении скольжения зубчики стремятся отколоться, и потому всякое трение вызывает истирание, т.е. откалывание отдельных частиц; если зубчики очень крепки, то либо предмет не движется вовсе, либо он стремится приподняться напором на зубчики, соскочить в следующий ряд зубцов и т. д., частью таким образом ломая зубцы, частью поднимаясь и опять-таки ломая их, но уже посредством удара. Легко видеть, что при качении, подъем тела, благодаря вращению колес, значительно облегчается, а при большом радиусе и величина подъема и падения очень невелика, а потому качение уменьшает сопротивление движению.

Рассмотрим теперь, как движется паровоз. Из чер. 49 видно, что так наз. движущее колесо, чтобы двинуться, должно упереться в зубчики рельса, и если эти зубчики не выдержат, а начнут срезаться, то колесо, не имея упора, будет вращаться на месте, как говорят, буксовать. Каждый, вероятно, видел это явление при езде трамвая с рельс или при тяжелом поезде, когда паровоз не может взять его с места или, наконец, в автомобиле. Очевидно, что пределом упора является сила трения при скольжении, зависящая от коэффициента f_1 и веса Q упорной части (в данном случае—давления на движущую ось), т.е. сила $D = f_1 Q$; Наоборот, колеса вагонов, которые тянутся паровозом, упираются не в задние зубцы, а в передние, и, поворачиваясь около них, требуют для своего движения силы $f_2 Q_2$ (где Q_2 —вес вагонов). Колеса паровоза—не движущие представляют собой такое же сопротивление $f_2 Q_3$, где Q_3 —вес колес не движущих. Чтобы поезд двигался, нужно, чтобы $f_1 Q$ было больше, чем $f_2 Q_2 + f_2 Q_3$.

Отсюда ясно, что если мы хотим, чтобы паровоз был сильнее, нужно увеличить Q , т.-е. давление, приходящееся на движущую ось. Но так как слишком большое давление на ось потребовало бы увеличения размеров рельса, то предпочитают делать 2—3 и более (до 6) движущих осей, спаривая их, т.-е. соединяя общей тягой (чер. 50).



Чер. 50.

Спереди и сзади паровоза обычно ставятся оси не связанные с машиной, не спаренные, а так наз. поддерживающие. Типы паровозов обычно различаются числом спаренных осей и обозначаются обычно какой-либо буквой, обозначенной на паровозе (Э, Щ, К, П, Н и т. д.); буква эта называется «серией» паровоза и чаще всего обозначает либо название завода (П — путиловский, К — коломенский), либо название дороги, заказавшей впервые этот тип (Н — Николаевская), либо фамилию проектировщика (Щ — проф. Щукина) и т. д.

Самый тип паровоза в технике обозначается 3 последоват. цифрами, показывающими:

- 1-я — число поддерживающих осей впереди паровоза.
- 2-я « спаренных осей.
- 3-я « поддерживающих осей сзади паровоза.

Ниже приводятся некоторые типы отдельных серий и их названия:

Пассажирские паровозы:

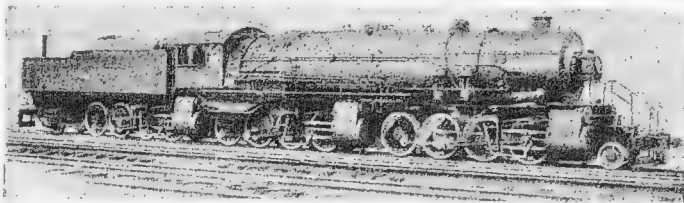
Т И П Ы:	Об'яснительный чертеж.	Название серии.
2—3—0	⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	К (Коломенский).
1—3—1	⊙ ⊙ ⊙ ⊙ ⊙	С (Сормовский).
0—2—0	⊙ ⊙	Д (Двух-осный) — выходит из употребления.
0—4—0	⊙ ⊙ ⊙ ⊙	Ч (Четырех-осный)

Товарные паровозы:

0—4—0	Нарисуйте схему сами, пользуясь предыдущим.	Ол (Основной т.-е. нормальный с кулиссой Ломоносова. Ок (Основной Коломенский). Од (Основной с кулиссой Джоя).
1—5—0		Еф
0—3—3—0		Ө

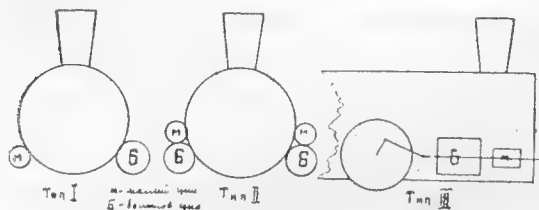
Увеличивая число спаренных осей, мы увеличиваем $f_1 Q$, а следовательно, и увеличиваем силу «сцепления», т.-е. силу того упора, которым паровоз приводит в движение вагоны. Спаренные оси могли бы увеличиваться на первый взгляд сколько угодно, но, к сожалению, они с тру-

дом поворачиваются на кривой, так как создают длинную так наз. «жесткую» базу, т.-е. неповорачивающуюся; чтобы улучшить это положение—применяют особый вид паровозов «Маллеты», которые представляют как бы две или даже три отдельных машины с отдельными цилиндрами и спаренными осями, могущих поворачиваться друг относительно друга, но с одним общим котлом (чер. 51). Серия 9 и представляет тип такого Маллета.



Чер. 51.

Первоначальные паровозы имели обычно два одинаковых цилиндра. Но вскоре уже было замечено, что невыгодно выпускать пар прямо в трубу, что его можно еще использовать, заставив его, расширяясь, работать в следующем цилиндре большего размера и только уже из этого второго цилиндра выпускать в трубу. Паровозы с таким использованием пара называются Компаунд и бывают двух- и четырехцилиндровые. На чер. 52 показаны 3 схемы: 1) двухцилиндровый—с одной стороны малый цилиндр, с другой — большой; пар перебрасывается из малого цилиндра на другую сторону в большой и оттуда в трубу; 2) четырехцилиндровый с двумя цилиндрами друг над другом с каждой стороны; 3) четырехцилиндровый, при чем большой цилиндр является продолжением малого — такой тип называется тендем-компаунд.



Чер. 52.

друг над другом с каждой стороны; 3) четырехцилиндровый, при чем большой цилиндр является продолжением малого — такой тип называется тендем-компаунд.

Задание для экскурсии. Осматривая паровоз, постарайтесь прежде всего рассмотреть его в холодном виде, сначала сбоку: прочесть серию, определить схему и тип, обратив внимание, что товарный паровоз имеет небольшие движущие колеса (диаметр 1,2—1,4 м), а пассажирский большие (диаметр 1,8—2,1 м.); рассмотреть кривошип, шатун, эксцентрики и кулису. Затем войти в будку машиниста, осмотреть здесь арматуру котла (водомерную трубку, краны, манометр), рычаги, управляющие отдельными операциями; затем попросить открыть дверцы топки и осмотреть ее внутренность и выходящие из нее дымогарные трубки; наконец, открыть люк спереди паровоза для осмотра дымогарных трубок; на холодном же паровозе можно выяснить и действие кулисы (т.-е. перемещение эксцентриков). Осмотр паровоза в горячем состоянии, в большинстве случаев, возможен только наружный; некоторые действия, как свисток, работу инжектора, проверку давления и высоту воды можно, однако, беспрепятственно исследовать и здесь — на паровозе, стоящем в депо или у набора воды или на случайном отдыхе.

6. Полезное действие и расчет паровоза. Индикаторная диаграмма.

Как известно, каждое сжигаемое тело, соединяясь жадно с кислородом, может произвести работу, измеряемую либо в тепловых единицах — так наз. калориях (в технике приняты большие калории, т.-е. дающие

нагрев в 1°C для 1 килограмма воды), либо в механических—килограммометрах. 427 килограммометров=1 большой калории. Эта простая зависимость дает возможность определить, какой механической работе соответствует тепловая энергия и наоборот.

Детальное изучение различных видов топлива путем сжигания его в кислороде и подсчета количества полученного тепла и затраченного кислорода привело к следующим примерным цифрам:

1 килограмм	угля	дает около	7000	больших	калорий.
1	» торфа	»	4000	»	»
1	» дров	»	2500—5000	»	»
1	» нефти	»	11000	»	»
1	» бензина	»	10000	»	»

Зная, сколько топлива сжигает в 1 час паровоз, мы могли бы сказать, сколько работы мы можем от него ожидать.

Так, напр., 1 килогр. угля в 7.000 калорий должен был бы дать $7.000 \times 427 = 2.989.000$ или кругло около 3.000.000 килограммометров.

С другой стороны, соединив паровоз с поездом посредством динамометра (см. чер. 1), мы могли бы в действительности узнать, какую силу проявил этот паровоз, а умножив ее на пройденный путь, мы знали бы и какую работу он произвел.

Так, например, если паровоз по динамометру проявил силу в 10.000 килограммов и прошел 10.000 метров, то он произвел работы в 100.000.000 килограммометров.

Сравнивая затрату топлива с полученной работой, техники скоро выяснили, что действительно получаемая работа гораздо меньше того, чем можно было бы ожидать теоретически.

Так, например, паровоз, затратив угольного топлива 20 килограммов, проходит всего один километр с поездом, проявляя по динамометру в среднем усилие около 4.000 килограммов.

Практически паровоз дал работу $1.000 \times 4.000 \text{ кил.} = 4.000.000$ килограммометров.

Теоретически он должен был бы дать: $20 \times 7.000 \times 427 = 59.780.000$.

Полезная работа составила таким образом:

$$\text{всего } \frac{4.000.000}{59.780.000} = 0,067 \text{ или } 6,7\% \text{ от полной.}$$

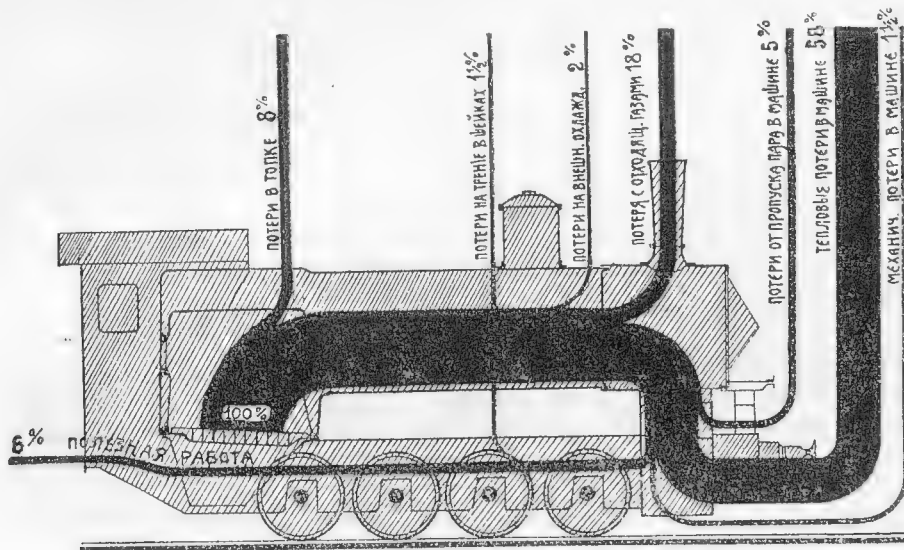
Это отношение полезной работы называется *коэффициентом полезного действия* паровоза; как видно из предыдущего он очень мал, т.-е. машина эта в общем плохо использует топливо. Нужно, однако, иметь в виду, что, как показали измерения—так наз. постоянные паровые машины дают использование только до 15—20%, хороший паровоз при благоприятных условиях работы (полная нагрузка, профиль с постоянным уклоном и т. д.), повышает свой коэффициент иногда до 12%. Несмотря на низкий коэффициент полезного действия, паровозы все же выгодны, так как они пользуются сравнительно дешевым топливом.

Отчего же происходит такая потеря энергии?

Чер. 53 наглядно показывает, где и в каком размере пропадает наша работа. Первая потеря (8%) происходит в тонке; горящее топливо греет не только воду, оно отдает тепло через стенки паровоза в воздух, часть топлива, не сгорев еще окончательно, проваливается в зольник и т. д.; эта потеря дополняется охлаждением паружных стенок всего паровоза (еще 2%); горячие газы, выходящие в трубу, уносят с собой уже целых 18% тепла. Все остальное тепло в размере $100 - 8 - 2 - 18 = 72\%$ уходит на превращение воды в пар; но пар, работая в цилиндрах, опять теряет часть своей энергии даром; небольшая потеря происходит в паро-

проводных трубах: ударяясь о стенки трубы, сжимаясь при входе, пар теряет около 5% энергии; больше всего, однако (58%), теряется от выпуска пара в трубу и от ударов, охлаждения, сгущения в воду и затем вторичного прогрева этой воды при движении поршней; последние 3 процента теряются уже на удары в машине и на трение в осях и остается только 6%, идущие на полезную работу.

Картина работы топлива и пара дает нам ясное понятие, где нам нужно улучшить работу, чтобы уменьшить потери. Покрывая паровоз нетеплопроводной обшивкой (особенно в цилиндрах) так наз. «паровой рубашкой» мы уменьшаем потери от охлаждения; пропуская в дымовой коробке трубки с водой так, чтобы она прогревалась от выходящих газов, мы уменьшаем теплоту дыма и нагреваем воду; впуская эту воду затем в котел, мы затратим меньше тепла на превращение ее в пар (как самовар, налитый горячей водой и уже после того прогреваем



Чер. 53.

мый углем), а значит—сэкономим тепло; вводя систему компаунд, мы лучше используем пар, а значит—уменьшаем наши громадные 58% потери; наконец, в последнее время для уменьшения этих потерь начали применять так наз. перегрев пара, т.е. нагрев его до температуры до 300—350°, путем пропуска его в особых трубках через топку паровоза; перегретый пар способен даже при сильном расширении не превращаться в воду, а потому уменьшается одно из вреднейших явлений, так наз. конденсация пара в цилиндрах (сгущение его в воду). Все эти меры повышают полезное действие паровоза, но все же остаются такие условия, как потеря пара и тепла даже во время стоянки (так как паровоз нельзя прекратить топить), неравномерное использование работы (то подъем, то спуск) и т. д.; это не позволяет поднять полезное действие очень высоко.

Задачи: 1. Паровоз, проявляя силу тяги в среднем в 6 тонн, прошел расстояние в 20 километров; какое количество нефтяного топлива с калорийностью в 11.000 калорий он затратил, если коэффициент полезного действия его = 7%?

2. Паровоз прошел указанное выше расстояние в течение 1,7 часов; какую мощность в лошадиных силах он имел (лошадиной силы называется затрата каждую секунду 75 килограммов или каждый час 75 × 60 × 60

килограммометров), и сколько обошлось ему топливо на лошадиную силу в час, если стоимость нефти 100 коп. за килограмм?

Не было ли бы ему дешевле перейти на уголь, если стоимость угля 40 коп. за килограмм?

При каком соотношении между стоимостью угля, дров и нефти выгодно переходить от одного топлива к другому?

3. Сколько килограммов угольного топлива нужно израсходовать на получение из воды в 20°C . одного килограмма пара при давлении в 10 атмосфер, если известно из физики, что:

При давлении в атмосферах.	t Температура кипения воды.	r Число калорий, затрачиваемых на переход воды в пар (скрытая теплота) и на увеличение объема воды на 1 kg пара.
1 атм.	100°	539
5 »	151°	506
10 »	179°	485
15 »	197°	470
20 »	211°	458

а потому потребная для нагрева теплота T калорий $= 1(t - t^1)\alpha + r$, где t — температура кипения, t^1 — первоначальная температура воды; α — теплоемкость воды $= 1$; r — колич. тепла (в калориях), потребное на переход 1 килограмма воды в 1 килограмм пара (скрытая теплота кипения) и на расширение пара (объем пара при давлении в 1 атмосферу в 1.722 раза больше объема воды, при давлении в 2 атмосферы — в 861 раз и так далее).

Необходимо при этом принять, что около 58% тепла теряется, согласно предыдущему, в топке и в трубе, т.е. топлива требуется больше.

4. Составить диаграмму работы пара в цилиндре, на основании следующих соображений:

Если на линии oa (чер. 54а) — отложить длину, соответствующую длине цилиндра, а на линии ob , \perp к первой, откладывать давление пара по мере продвижения поршня, то получаемая диаграмма называется индикаторной диаграммой; пусть давление пара будет все время равно p , а длина l ; умножив $p \times l$ — получим площадь pl , которая пропорциональна работе пара; пусть площадь поршня $= \frac{\pi d^2}{4}$; тогда $p \times \frac{\pi d^2}{4} =$ полному давлению пара на поршень; если эту силу умножить на пройденный путь l , то получим работу пара $p \frac{\pi d^2 l}{4} = pl \times \frac{\pi d^2}{4}$ т.е. произведению площади диаграммы pl на площадь поршня $\frac{\pi d^2}{4}$.

В действительности, однако, пар не впускают в цилиндр полностью, а впуская только часть — заставляют затем пар расширяться.

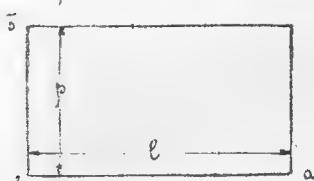
В этом случае диаграмма принимает несколько иной вид. Пусть, напр., пар впускался на протяжении $\frac{1}{10}$ полным давлением p , после чего золотник закрыл вход пара и пар начал расширяться. По закону

Бойля-Мариотта объем газа обратно пропорционален давлению, т.-е. $p_1 : p_2 = V_1 : V_2$, но $V_1 = \frac{\pi d^2}{4} l_1$, а $V_2 = \frac{\pi d^2}{4} l_2$, а потому $p_1 : p_2 = l_2 : l_1$. Отсюда видно, что если поршень пройдет длину $\frac{1}{10} \times 2$, то давление пара уменьшится вдвое и станет $= \frac{p}{2}$; при длине $\frac{1}{10} \times 3$ $p_1 = \frac{p}{3}$ и т. д.

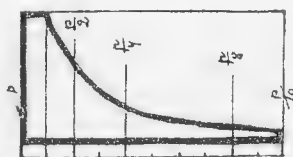
Таким образом, дальнейшее давление на поршень будет уменьшаться по кривой (чер. 54б), показанной на чертеже. В конце движения поршня открывается выход из цилиндра наружу, и давление падает до уровня немного выше 1 атмосферы.

При обратном ходе это давление остается до выпуска пара. Площадь диаграммы на чер. 54б, умноженная на $\frac{\pi d^2}{4}$ и дает всю работу цилиндра за один оборот (т.-е. туда и назад); деля площадь на длину l — получаем среднее давление P_{cp} пара.

Пользуясь данными: давление пара $p=12$; выпуск пара идет на протяжении $\frac{1}{5}$, а затем пар расширяется, диаметр поршня $d=50$ см.; ход поршня $l=66$ см. — постройте индикаторную диаграмму, определите среднее давление, определите среднюю силу давления поршня на колеса, определите работу пара за один ход поршня.



Чер. 54а.



Чер. 54б.



Чер. 54в.

В действительности диаграмма не имеет такой угловатой формы; выпуск пара закрывается и открывается не сразу, а постепенно; выпуск начинается и закрывается раньше, чем поршень дошел до конца, благодаря этому оставшийся пар начинает сжиматься и увеличивать давление еще раньше, чем впустят новый пар. На чер. 54в показан истинный вид диаграммы. По этим диаграммам и по их виду можно проверить правильность работы цилиндра.

5. Если диаграммы не имеется, то берут среднее давление приблизительно $P_{cp}=0,50-0,60$.

Зная давление и размеры колес, легко видеть, какую силу проявляет паровоз на колесах.

В самом деле: за один ход поршня туда и обратно двухцилиндровый паровоз произведет следующую работу:

$$\frac{0,50p}{\text{(среднее да-}} \times \frac{\frac{\pi d^2}{4}}{\text{(площадь}} \times \frac{2l}{\text{длина хода}} \times \frac{2}{\text{(число}} = \frac{0,5 p d^2 \pi l}{4} \times 4$$

$$= \frac{T}{\text{(сила упора)}} \times \frac{\pi D}{\text{(окружность}} \times \frac{D}{\text{колеса)}}$$

За то же время сила, приложенная паровозом к колесам в месте упора их в рельсы—пройдет расстояние за оборот одного колеса, а потому работа этой силы =

$$T \pi D = \frac{0,5 p d \pi^2 4 l}{4}$$

$$T = \frac{0,5 p d^2 l}{D}$$

Определите T при данных: $p=12$; $d=50$ см.; $l=66$ см.; $D=120$ см. Сделайте то же при $D=180$ см.

Первый случай взят для товарного паровоза, второй—для пассажирского; для товарных паровозов уменьшают колеса, чтобы увеличить силу тяги. Наоборот, для пассажирского нам нужно увеличить скорость движения, но так как колесо (чтобы оно не разорвалось) может иметь только определенную скорость—не больше 6 оборотов в секунду в Германии и не больше 3—5 в России, то для пассаж. поездов увеличивают диаметр колеса.

Определите, какая предельная скорость допускается по русским условиям при диаметре колеса в 210 см. (Сколько километров в час).

7. Тендер.

Для снабжения паровоза водой и топливом при нем находится особый вагон—так наз. тендер. Тендер должен иметь полный запас воды и топлива для определенного пробега паровоза. Обычно он вмещает от 16 до 25 тонн воды и от 4 до 8 тонн угля или 5—6 тонн нефти. Средний поезд потребляет на 1 километр около 20, а в настоящее время около 25 килограмм угля и около 150—воды; потребление нефти в 1,5 раза меньше, чем угля.

Определите, сколько километров может пройти паровоз с полным тендером воды. Сколько угля нужно добрать паровозу после пробега 150 километров и сколько воды после 100 километров пробега?

8. Другие виды механических двигателей. Электрические двигатели.

Большим достоинством паровоза является его сравнительная простота и дешевизна его топлива, но большим недостатком—малый коэффициент полезного действия и необходимость жечь топливо во время стоянок.

В виду этого давно уже делаются попытки заменить паровоз иным видом двигателя: тепловозом или электровозом.

Простейшим способом было бы поставить автомобиль на рельсы и заставить его тащить вагоны. Такие автомобили на рельсах существуют за границей, но они не могут проявить большой мощности (в среднем не более 250 лошадиных сил), так как автомобильный—тепловой или так наз. взрывчатый двигатель, во-первых, не может производить медленного нажатия, как пар, а действует взрывом, так сказать «срыву», а кроме того, имеет зубчатую передачу, которая непригодна для больших усилий. В новейшее время много интереса возбудил тепловоз Ломоносова. Но этот двигатель в сущности не есть настоящий тепловоз. Он при помощи теплового двигателя вращает динамо-машину, создает электрический ток, а уже этот последний приводит в движение цилиндры двигателя.

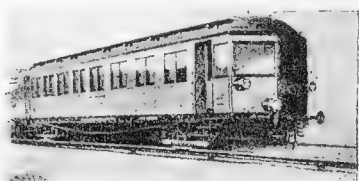
Чистые электровозы бывают двух систем:

а) Аккумуляторные, в которых ток заряжается от электрической станции в аккумуляторах. Аккумуляторы представляют собой ящик с массой свинцовых пластинок, погруженных в раствор серной кислоты.

Если крайние пластинки соединить с электрическими проводами, то проходящий ток разлагает серную кислоту, выделяет кислород, который в соединении со свинцом на положительных пластинках дает перекись свинца. На отрицательных пластинках выделяется водород в виде пузырьков газа. Этот процесс является как бы насильственным, требуя затраты электрического тока и накапливая этим энергию. Если, наоборот, окончив этот процесс—соединить крайние пластины проводом без тока, то начнется обратный процесс—кислород будет стремиться к отрицательной пластине, а водород—к положительной; результатом этого будет появление электрического тока, обе пластины дадут на поверхности окись свинца PbO , которая, под влиянием серной кислоты, превратится в $PbSO_4$; когда обе пластины станут одинаковыми, то процесс прекратится.

Таким образом, аккумулятор сначала заряжается током, а затем сам создает его; в это время он и может дать движение электровозу.

Аккумуляторные электровозы удобны тем, что они «автономны», т. е. могут двигаться где угодно без проводов; но аккумуляторы не выдерживают большой тряски, часто портятся и, кроме того, имеют коэффициент полезного действия 0,70—0,80, т. е. дают потерю тока в 20—30%.



Чер. 56.



Чер. 55.

б) Электрические двигатели с проводами разделяются на электровозы (чер. 55) и мотор-вагоны (чер. 56). Электровоз подобно паровозу служит только двигателем, т. е. тянет за собой вагоны; он делается поэтому сильным и мощным. Мотор-вагон служит одновременно и как двигатель, и как вагон для груза или пассажиров; мотор-вагон может тянуть за собой 1—2 прицепных вагона. Ток

проходит с электрической станции по проводам и посредством дуги переходит в мотор (электрич. двигатель), расположенный под вагоном. Мотор приводит в движение ось вагона.

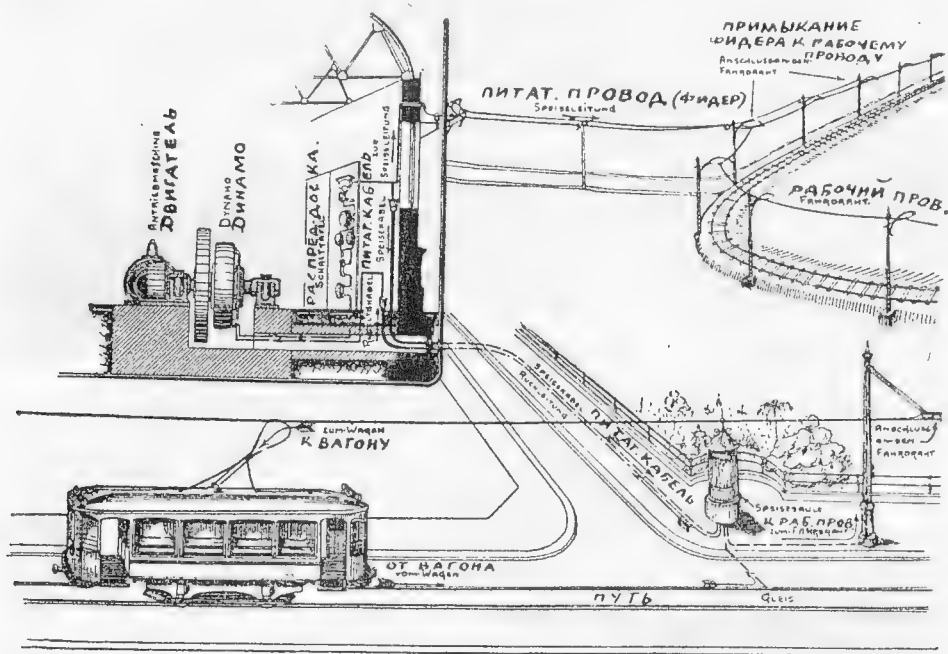
На чер. 57 показана схема работы электрич. дороги.

Электрические дороги представляют очень большие удобства: они не портят воздуха, безопасны в смысле пожара, почти не тратят энергии во время стоянки, в отличие от паровоза, требующего растопки или держания под парами, могут быть в любой момент пущены в ход, наконец, во время спуска и торможения они возвращают в сеть часть электрич. энергии, затраченной на подъем и дают целый ряд других выгод; постройка одной большой электрической станции позволяет удешевить стоимость электрического тока. Но, с другой стороны, в них есть и ряд недостатков.

При порче проводов или электрической станции они останавливаются (военные неудобства), для выгодной эксплуатации они требуют очень густого и равномерного движения, в противном случае их эксплуатация обходится дороже паровых; устройство их в общем дороже, чем паровых. Наконец, порча электрической станции прекращает все движение, что особенно опасно во время войны. Поэтому развитие электрического движения даже за границей идет медленно, а у нас только еще начинается (проекты Крымской дороги, Перевальной дороги, московских пригородных линий и т. д.).

Интересно указать на некоторые особенные типы двигателей, применяемые на маневрах, на фабриках и в коях.

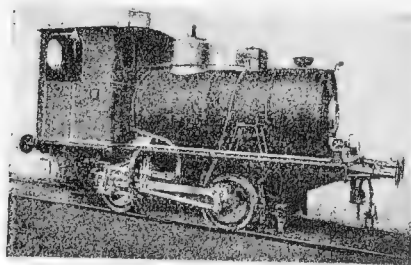
Для маневров требуется легкий паровоз, могущий ходить свободно задним ходом; для этого при нем не делают тендера (мешающего видеть назад), а воду и топливо располагают на самом паровозе («*тапж-паровоз*»).



Чер. 57.

На фабриках, где часто паровоз был бы огнеопасен (склады хлопка и т. п.) применяют так называемый «бестопочный» паровоз. В него прямо наливают горячую воду с паром из фабричных котлов; такой паровоз может работать 5—6 часов, после чего опять набирает пар и воду (чер. 58а). По внешнему виду он отличается большим котлом и отсутствием трубы и топки. Котел покрыт очень хорошей теплопроводной рубашкой.

В коях применяют иногда «воздуховозы», действующие сжатым воздухом. Воздуховоз (чер. 58б) имеет ряд длинных цилиндров (баллонов), наполненных сжатым воздухом под большим давлением (100—200 атмосфер); сжатый воздух порциями выпускается в особый резервуар, где давление его падает за счет расширения до требуемого в цилиндре и затем выпускается в цилиндры так же, как и пар. Выпускаемый из цилиндра «отработавший» воздух не только не портит, но даже улучшает воздух в коях. Наполнение баллонов сжатым воздухом производится периодически помощью насосов.



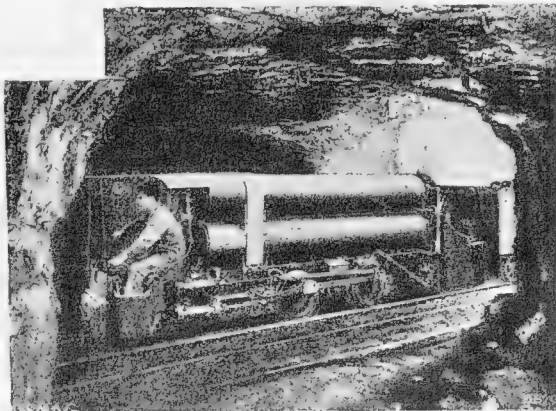
Чер. 58а.

Задачи: 1. Для наполнения баллонов объемом в 1 куб. метр воздухом с давлением в 150 атмосфер работает насос; ход поршня насоса 50 см, диаметр 30 см; какова должна быть мощность насоса, если он накачивает воздух в течение 30 минут и если коэффициент полезного действия его равен 0,60?

Необходимо при расчете принять во внимание, что давление воздуха в баллоне повышается постепенно; а потому работа насоса неравномерна, но наивысшее напряжение его, конечно, при давлении в 150 атмосфер.

2. Цилиндры воздуховоза вмещают 10 куб. метров сжатого воздуха при 150 атмосферах. Диаметр рабочего поршня 15 см, ход поршня 20 см, диаметр колес 70 см; определить, сколько километров может пройти воздуховоз при давлении на поршень в 9 атмосфер без нового набора воздуха?

3. На электрифицируемой жел.-дор. одновременно находились ранее 10 пасс. поездов с силой тяги в 8 тонн и скоростью 10 м. в секунду. Какой мощности станцию нужно иметь для замены этих поездов электрическими, имея в виду, что 1 лошадиная сила = 0,736 киловатта и считая потери в проводах в 20%?



Чер. 586.

VI. ВОДОСНАБЖЕНИЕ.

I. Задачи и источники водоснабжения.

Паровое железнодорожное движение требует очень большого расхода воды.

Мы видели выше, что на каждый километр пути паровоз в среднем расходует до 150 кг. воды. Если принять, что паровоз набирает воду на каждые 50 километров, то на станции, через которую проходит 20 паровозов в сутки, нужно доставить воды для паровозов до $150 \times 50 \times 20 = 150.000$ кг. или до 150 куб. м.

Но, кроме, того паровозы периодически чистятся, промываются, точно так же чистятся и моются пассажирские вагоны, дезинфицируются товарные. Наконец, вода нужна и для потребностей самих станционных жителей. Все это приводит к необходимости для дороги либо снабжать станции водою помощью доставки ее—так, например, делается в безводных местах Оренбург-Ташкентской линии (вода привозится в больших чанах или цистернах), либо рыть для них колодцы, либо устраивать специальное водоснабжение с соответствующими водопроводами.

Выбор источника для водоснабжения является очень серьезным. Для снабжения паровозов вода должна быть по возможности мягкая, т.-е. не насыщенная известью или другими минеральными солями. Жесткая (т.-е. насыщенная солями) вода при кипячении выделяет на стенках котла плотный осадок (накипь, как это часто бывает в самоварах).

Осадок этот очень плохо проводит тепло и поэтому ухудшает работу нагрева воды; особенно опасно, когда такая накипь лопается и отламывается; в этом случае начинается очень бурное кипение, могущее привести к взрыву котла. Чем мягче вода, тем меньше она дает накипи.

С другой стороны, вода требуется и для станционных жителей, поэтому, она должна быть чистой, не зараженной бактериями. Эти условия не всегда легко выполнить, часто приходится или искать воду довольно далеко от станции, или добывать ее помощью бурения, или отказываться от снабжения ею жителей (для них в этом случае роют колодцы) или применять специальные средства для очистки воды от примеси солей. Чаще всего для водоснабжения станций применяют

Чаще всего для водоснабжения применяется использование ближайшей реки или озера, откуда и подают воду по трубам на станцию. Иногда устраивают при этом плотину для того, чтобы увеличить запас воды на время летних жаров и глубину—для отстоя воды. При отсутствии таких наружных источников водоснабжения ищут подземную воду. Если разрезать земную кору, то легко увидеть (чер. 59), что она состоит из различных слоев, из которых одни не пропускают воды, а дру-

4E.R. 59



Чер. 59.

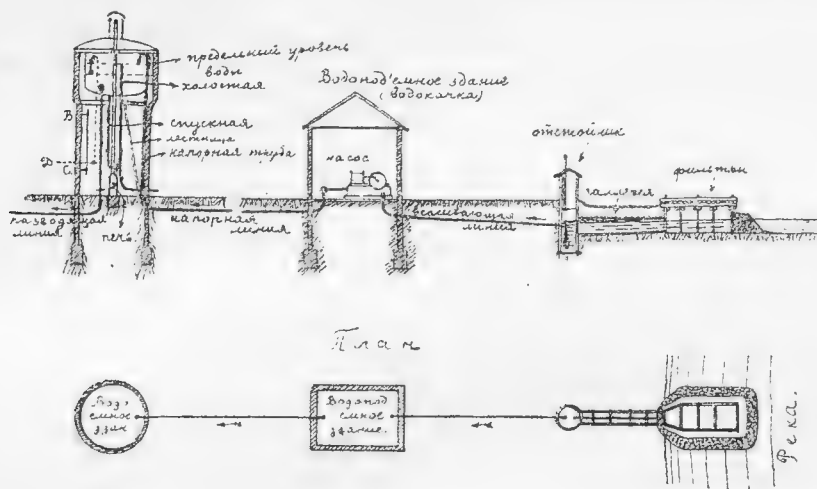
гие пропускают. Вода, просачиваясь в землю, доходит до первого непроникающего воду слоя и продолжает уже течь над ним, создавая из слоя, пропускающего воду, так называемый «водоносный» слой. Очень часто (см. чер. 59) такой водоносный слой находится между двумя непроникающими воду слоями, но, во всяком случае, он всегда имеет где-то вход снаружи, откуда в него проникает вода. Делая в земле отверстие (буровую скважину), мы можем достать либо неглубокую воду, лежащую на первом непроницаемом слое — это так называемая местная грунтовая вода, либо, пробравшись через непроницаемый один или несколько слоев, добраться до более глубокой так называемой «артезианской» воды. Эта вода, конечно, также появилась где-то с поверхности, но так как она прошла уже большой путь в водоносном слое, то она обычно очищается от примесей и грязи, но зато иногда успевает насытиться минеральными солями. Артезианская вода, в отличие от грунтовой, часто идет под напором и потому при прорытии скважины поднимается в ней, иногда даже бьет из земли.

2. Схема водоснабжения.

В большинстве случаев на станциях встречается первый—речной способ водоснабжения.

На чер. 60 показана приблизительная схема речного водоснабжения. В реку выдвинут деревянный ящик из свай со шпунтовой обшивкой вокруг, так называемый фильтр, обсыпанный снаружи камнем. Вода, просачиваясь через камень в этот ящик, уже до некоторой степени очищается от грязи и пла и затем по деревянной галерее, засыпанной сверху землей, доходит до так называемого отстойника, т.е. колодца, который находится уже на берегу и не заливается высокой водой. Вода для водопровода берется из этого отстойника. Для этого конец всасывающей трубы опущен ниже уровня воды, но не до дна колодца (чтобы не втя-

гивать отстоявшуюся грязь) и снабжен густой металлической сеткой, чтобы в трубы и в насос не могли попасть камешки и испортить его. Помощью насоса вода всасывается вверх к насосу и затем им же перекачивается в так называемую напорную линию, которая гонит воду на станцию в специальный бак. Помещение для насоса называется водокачкой или водоподъемным зданием. По всасывающей линии вода не может всасываться ни очень далеко, ни очень высоко. Как известно, подъем воды всасыванием теоретически не может идти дальше высоты столба воды, уравновешивающего давление воздуха, т.-е. выше 10 метров, практически же, благодаря потерям на трение воды в трубах, эта высота не превышает 7 метров.



Чер. 60.

Вследствие этого, водоподъемное здание приходится ставить близ реки и не высоко над нею.

Наоборот, нагнетание или накачивание воды по напорной линии может производиться на любое расстояние и высоту и зависит только от силы насоса. Напорная линия подает воду в бак, наливая ее сверху. Бак служит запасным хранилищем воды, из которого она и подается на станцию. Подача ведется через разводную трубу, которая начинается немного выше дна бака (чтобы не захватывать отстоявшуюся грязь), и тоже снабжена металлической сеткой. Кроме разводной трубы в баке имеется спускная труба—для спуска грязи и вообще очистки бака—и холостая труба, доведенная почти до-верха бака; назначение холостой трубы—автоматически сливать излишнюю воду, если водокачка накачала воды больше, чем следует и не допускать ее переливаться через бак.

Спускная и холостая трубы имеют так называемые задвижки, т.-е. запорные краны, которые, по желанию, закрываются. Для того, чтобы можно было видеть уровень воды, не поднимаясь наверх, имеется поплавок с штыком и висящей на ней стрелкой D, которая на шкале ВС показывает уровень воды.

Водоподъемное и водоемное здания соединены между собой телефоном или электрическим проводом со звонками, чтобы машинист водокачки мог быть извещен, когда бак полон и можно перестать качать. При длинной напорной линии и в случаях, когда она имеет изгибы, соответственно местности, то вверх, то вниз,—приходится считаться с тем, что в повышенных местах скопляется воздух, а в пониженных отстает грязь. И тот и другая могут накопиться в таких размерах, что прервут струю воды и прекратят ее движение.

Для устранения этого явления в повышенных частях линии устраняются так называемые воздушные вантузы, т.-е. особые металлические колпаки, в которых скопляется воздух и из которых он периодически выпускается. В пониженных местах устраивают так называемые осадочные вантузы (перевернутые вниз колпаки) тоже с выпуском для грязи. Вантузы ставятся в особом колодце.

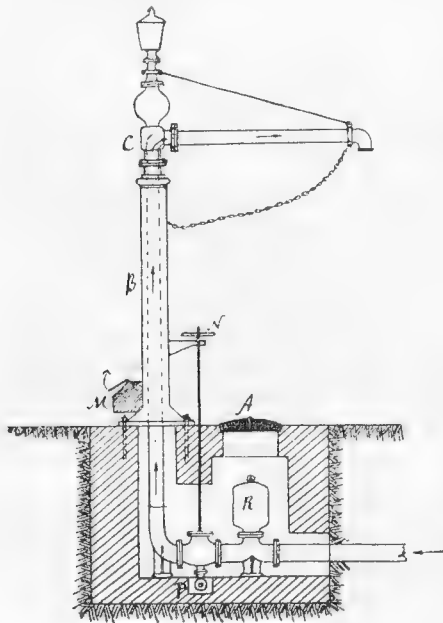
Здание, в котором ставится бак, называется водоемным зданием и имеет высоту от 4 до 20 и даже 30 метров. Высота эта зависит от длины станции, высоты ее зданий, высоты отдельных точек станции и т. д. Для того, чтобы вода из бака попала везде, где она требуется, бак должен быть выше всех точек, куда вода подается. Кроме того, во многих случаях требуется определенная скорость подачи, а для этого нужен напор, т.-е. определенная высота, с которой падает вода. Большая длина сети тоже заставляет увеличивать высоту здания. Наибольшее влияние на высоту оказывают пожарные требования, чтобы вода из брандспойта была выше самого высокого здания.

Разводная труба по выходе своем из водоемного здания разветвляется по разным направлениям подземными трубами, составляющим вместе так называемую разводящую сеть. Главнейшим направлением является подвод воды к так называемым гидравлическим колоннам (или кранам), которые служат для налива воды в тендера паровозов. Затем идет проводка в главнейшие технические здания, требующие воды (мастерские, паровозные здания), далее—так называемая пожарно-водоразборная сеть к пакгаузам, домам и другим зданиям, на которой размещены краны для набора воды ведрами (на товарных дворах, мастерских и т. д.), краны пожарные, т.-е. такие, к которым прикрепляются пожарные трубы (брандспойты) для тушения пожара и, наконец, домовая сеть, т.-е. проводка воды внутри жилых домов к раковинам, клозетам, ваннам и т. д.

Одним из наиболее важных кранов является так наз. гидравлическая колонна для набора воды.

3. Гидравлическая колонна.

Гидравлическая колонна (чер. 61) представляет собой вращающуюся на вертикальной оси трубу, которая может устанавливаться по середине пути над баком тендера или помощью цепочки отводиться в сторону для пропуска поездов. Колонна стоит на каменном фундаменте; А—люк для осмотра внутреннего устройства, В—воздушный вантуз; Р—отводная труба, над которой расположена задвижка, открываемая вращением колеса N; В—стойка колонны, С—вращающаяся часть. Наверху колонны фонарь, своим цветом по-



Чер. 61.

казывающий, куда направлена труба (красный цвет, если поперек пути); на зиму вся внутренность под люком забивается соломой, опилками и т. п., чтобы вода не замерзала; кроме того, задвижка устроена так, что, когда она заперта, то вся вода из стойки колонны выливается сама собой в отводную трубу; на случай, если бы колонна все же

замерзла, имеется печка М, в которую наливается нефть или облитые ею щепки и зажигается для прогрева колонны. Но железнодорожным требованиям колонна должна иметь такой напор и размеры труб, чтобы подавать в секунду не менее 15—20 kg воды, или 4—6 тонн в 5 минут.

Кроме гидравлической колонны на станциях имеются еще так наз. гидранты или водоразборные краны; они представляют колонку с краном; открывая кран, можно набрать воды. На случай пожара в особых колодцах вдоль линии водопровода устроены так наз. пожарные краны; к ним привинчиваются пожарные рукава для тушения пожара. Иногда ставят так наз. пожарно-водоразборные краны, служащие обоим целям.

Водопроводное устройство является очень наглядным примером использования физических свойств жидкости.

Начиная экскурсию следует с источника водоснабжения, выяснив прежде всего способ получения воды. Полезно взять пробы воды из источника и затем уже из водопровода и проверить качество воды на загрязнение взвешенными частицами и жесткость. Загрязнение можно исследовать, налив воды в пробирку и дав ей отстояться; количество осадка через несколько дней и покажет степень загрязнения.

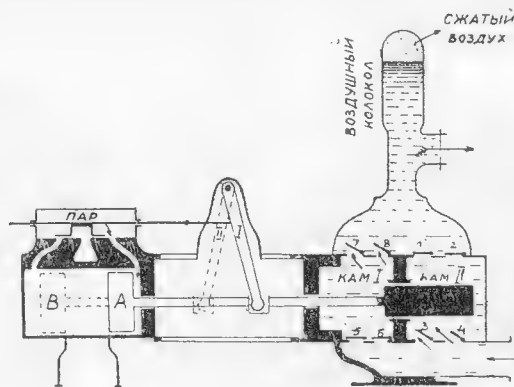
Проверка на жесткость делается либо путем выпаривания всей воды и определения получаемого осадка, либо путем примешивания к воде по каплям особого мыльного раствора, составленного из 100 граммов белого содового мыла с 1.600 граммами чистого (96%) алкоголя, нагретого до кипения, профильтрованного, охлажденного и соединенного с 1.000 куб. см. дистиллированной воды. Такой мыльный раствор, вливаемый в воду по каплям, дает осадок до тех пор, пока не выделится вся соль, после этого мыло начнет уже давать пену на поверхности.

Весь процесс производится в особом приборе, так наз. гидротиметре, в котором даны деления в градусах жесткости. До 15° вода считается хорошей, от 15 до 50—жесткой, но все же доступной, свыше 50—непригодной.

Познакомившись с приемником, осмотрев, если можно, галлерею и отстойник, нужно перейти к насосу.

4. Насос Вортингтона.

Наиболее часто встречается так наз. насос Вортингтона, в котором поршни парового и водяного цилиндра надеты на один и тот же шток (чер. 62). Таких поршней два, движущихся в противоположные стороны, при чем помощью рычагов 1-го и 2-го они передвигают золотники не свои, а другого поршня. На чертеже поршень А показан в крайнем правом положении; при впуске пара под паровой поршень, он движется влево; в водяном пространстве в правой камере (II) происходит разрежение, а потому клапаны 1, 2—закрываются, 3, 4—открываются и всасывают воду; в левой.—наоборот, поршень сжимает воду, а потому клапаны 5, 6 закрываются, а 7, 8—открываются и накачивают воду в нагнетательную трубу; второй поршень В в это время находится



Чер. 62.

в левой стороне и рычагом II открывает вход пара к поршню А справа. При обратном ходе, наоборот, в камеру I—вода всасывается, а из II — нагнетается. Чтобы не было больших толчков при перемене хода—сверху поставлен воздушный колокол—воздух в нем находится, очевидно, под давлением воды в напорной линии и смягчает своей упругостью толчки воды.

Расчет мощности насоса не представляет больших затруднений: если расчетный напор (т.е. высота под'ема, увеличенная в соответствии с сопротивлением воды при движении по трубам, см. ниже)= $H_{нт}$, считая от самой нижней точки, где берется вода, если насос должен подавать в секунду Q литров (килограммов) воды, то работа насоса в секунду должна быть HQ —килограммо-метров или мощность его $\frac{HQ}{75}$ — лошадиных сил; но так как коэффициент полезного действия насоса η —всегда меньше единицы и для Вортингтона дает приблизительно 0,85, то действительное число лошадиных сил N действ.= $\frac{HQ}{75\eta}$

В насосе Вортингтона интересно то, что он имеет обычно два водяных поршня рядом и передвижение золотников производится не эксцентриками (так как здесь нет вращающегося колеса), а особыми качающимися рычагами.

Осмотрев насос и его работу, (если насос не работает в это время, то следует попросить машиниста показать более детально его устройство), необходимо перейти уже непосредственно к водоемному зданию. Здесь следует прежде всего внизу выяснить назначение отдельных труб и задвижек при них, заметить показания поплавка и затем взобраться наверх по лестнице для осмотра бака. Интересно обратить внимание, как он склепан и как установлен на стенах здания.

Размеры бака определяются в связи с количеством поездов и числом жителей на станции. Каждый поезд, как было уже указано, тратит в среднем на один километр пути около 150 килограммов воды, но есть тяжелые поезда, тратящие и больше; поэтому в зависимости от уклонов пути приходится брать на один поезд от 180 (на площадке) до 400 килограммов (на под'еме 0,008) на каждый километр его пути до ближайшей станции с водою. Для паровоза, который находится на стоянке в депо станции расчет берут прямо по накоплению полного объема тендера (см. стр. 52).

Кроме этого приходится принимать от 10 до 100 тонн воды в день на промывку паровозов, на потребности живущих, на маневры и т. д. в зависимости от числа паровозов, станционных жителей и других условий.

Баки в водоемном здании должны вмещать не меньше $\frac{1}{4}$ суточной потребности на случай внезапного увеличения расхода и порчи насосов, поэтому размеры баков бывают значительными. Зная диаметр бака и его высоту, легко подсчитать объем, а, значит, и количество вмещаемой воды.

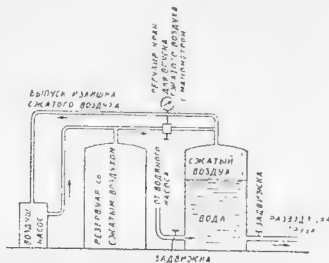
Высота бака над уровнем земли определяется условием, чтобы в самых низких точках вода доходила с определенной скоростью. По формулам гидравлики и падения тел: 1) $V^2=2gH$, где V —скорость в $mt.$ в секунду, g —ускорение силы тяжести=9,81 $mt.$ в секунду, а H —высота в $mt.$ и 2) количество воды, подаваемой в секунду (расход) $Q=V\omega$, где V —скорость, ω —площадь отверстия в кв. $mt.$, а Q —расход в кв. $mt.$ в 1 секунду, можно, задавая расходом и сечением трубы, определить скорость, а по ней пужную высоту; высоту эту, однако, приходится увеличивать, так как трение в трубах уменьшает скорость движения. Но этот вопрос требует более сложных подсчетов.

Наконец, последней может быть детально осмотрена гидравлическая колонка; желательно открыть люк и осмотреть ее внутренность, дожидаясь набора воды паровозом и проследить скорость набора.

Недостатком наличия одного насоса и одной напорной трубы является остановка работы в случае порчи, поэтому иногда делают так наз. «непортящееся водоснабжение» с двумя насосами, двумя напорными трубами и часто даже двойной разводящей сетью.

5. Пневматическое водоснабжение.

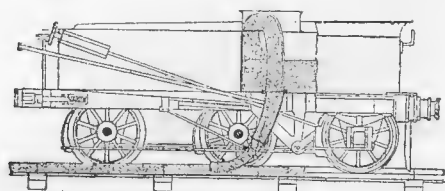
Наконец, интересно отметить особый способ водоснабжения «пневматического» без водоемных зданий. Вместо высоких башен ставится на земле (даже в земле) два бака (чер. 63), из которых один помощью воздушного насоса наполняется сжатым воздухом, а другой — водяным насосом — водою; если соединить оба бака, то сжатый воздух будет гнать воду в разводящую сеть. Так как каждые 10 м высоты воды соответствуют одной атмосфере, то бак 30 м высоты заменяется давлением в 3 атмосферы (сверх обычного давления воздуха). При накачивании воды насосом воздух опять перейдет в воздушный бак. Такое водоснабжение очень удобно во время войны, так как может быть совершенно скрыто под землей.



Чер. 63.

Наконец, интересно отметить набор воды в пути некоторыми скорыми поездами за границей (чер. 64).

Чтобы не останавливаться на малых станциях, поезда эти на ходу спускают особую трубу-скребок в длинный желоб с водой, расположенный вдоль путей. Благодаря большой скорости движения вода загребается в трубу и наполняет тендер.



Чер. 64.

Задачи. Определить потребность в воде при условии, что на станции на стоянке ежедневно 40 паровозов и станция большая (т.е. остальные расходы до 100 м³); определить расчетную высоту бака при условии, что мест-

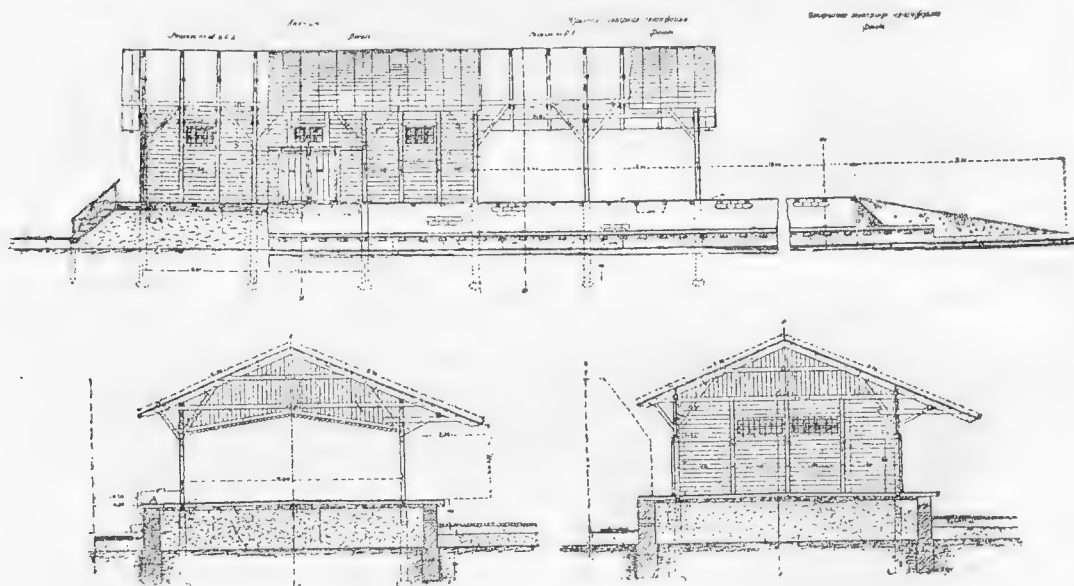
ность ровная, что требуется подавать во время пожара струю высотой в 10 м, выбрасывая из наконечника в 3 см. в 1 секунду 10 литров воды и что при проходе по трубам теряется на трение до 12 м высоты; определить необходимый диаметр бака, считая, что высота его $h=0,70 d$ и принимая запас воды в $\frac{1}{4}$ суточного расхода. Уровень станции на 25 м выше уровня реки, а расстояние от реки 3 километра. Определить при прежних условиях, на какой напор нужно рассчитывать насосы, если иметь в виду, что на трение в трубах нужно принимать дополнительный напор вследствие трения в трубах 0,01 м на каждый метр длины. Определить нужную мощность насоса, считая, что он накачивает всю воду в течение 18 часов.

VII. ТОВАРНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И СКЛАДЫ.

I. Товарные помещения.

Мы на товарной станции. Присмотримся поближе, что здесь происходит. Главнейшая задача товарных станций это—связь между железной дорогой и владельцами грузов. Здесь происходит ввоз грузов на станцию и погрузка их в вагоны, обратно—выгрузка из вагонов и вывоз со станции. Но в связи с этим станции волей-неволей приходится складывать и некоторое время хранить грузы, так как почти невозможно так согласовать работу возчиков, грузчиков и вагонов, чтобы груз грузился непосредственно с телег на вагоны и обратно. Благодаря этому, кроме приспособлений для погрузки и выгрузки, станция всегда имеет товарные помещения для склада грузов и их хранения.

Все грузы по их ценности, хрупкости, возможной порче и т. д. можно разделить на несколько типов, связанных со способом их хранения. Наиболее простыми являются так наз. *навалочные* грузы, могущие скла-



Чер. 65.

дываться прямо на землю и не требующие никаких приспособлений для их прикрытия и охраны: сюда относятся—лес, дрова, камень, руда, уголь, кирпич и т. п. Другие материалы, хотя тоже достаточно грубые, требуют хорошего пола, охраняющего их от сырости. В этом случае или делают настилы на земле или строят так называемые открытые платформы, расположенные в уровень с полом вагона, что облегчает погрузку груза. На открытых платформах выгружается сено, металлические части, машины и орудия и т. п.

Для прикрытия, если нужно, этих грузов или применяют брезенты, или превращают платформу в крытую устройством крыши.

Наконец, для особо ценных грузов крытая платформа зашивается стенками и превращается в наклауз (чер. 65). Таковы простейшие складочные устройства. Платформы строятся или из дерева с деревянным же полом, или с каменными боковыми стенками и с замощенным, бетонным или асфальтовым полом. Крыша ставится чаще всего на дере-

винных или рельсовых столбах и свешивается так, чтобы вода с нее падала на другую сторону вагона или телеги (чер. 65).

Пакгаузы чаще всего обшиваются деревом с воротами на подобие вагонных, но встречаются каменные пакгаузы, бетонные и металлические из волнистого железа.

На товарной платформе груз должен быть разложен так, чтобы каждый получатель мог до него сразу добраться и взять, не передвигая других грузов; это заставляет иметь довольно большую площадь и оставлять промежутки между отдельными партиями. В среднем на каждый кв. мт укладывается около 200 кг груза (для отдельных грузов этот размер колеблется от 100 до 500 кг); кроме того, до 20% площади приходится оставлять на проходы. Но кроме этого грузу приходится еще выжидать, пока он погрузится в вагон или на телегу. Погрузка в вагон зависит от жел. дороги и может происходить быстро; тем не менее и в этом случае груз лежит 1—2 суток; погрузка на телеги не зависит от жел. дороги, при распутице получатель часто ждет улучшения проезда и, в среднем, прибывший по жел. дороге груз, лежит 3—5 дней, пока он будет взят со станции.

На основании указанных данных определяют нужную площадь товарных помещений.

Задача. Узнайте на станции, каковы площади погрузочных и выгрузочных помещений и сколько груза на них ежедневно грузится и выгружается. Вычислите, достаточна ли площадь этих помещений или нет?

В вагоне, в среднем, помещается около 10 тонн груза; рассчитайте, сколько площади товарных помещений (считая и проходы) требуется для выгрузки одного вагона.

При приеме и выдаче груза он обязательно взвешивается; для этого на товарных помещениях стоят или подвижные или постоянные так наз. соевые весы, устройство которых известно из физики.

Интересно проследить работу весовщиков и выяснить, с какой скоростью они производят эту работу; зная количество прошедшего за день груза и число весовщиков, постарайтесь выяснить, сколько тонн в день приходится на одного весовщика; проверьте, насколько различна эта работа на разных пакгаузах и не зависит ли это от характера груза.

На станции интересно также проследить, какой груз прибывает и какой отправляется и в каком количестве, а также из каких районов и в какие он направляется. Работа станции характеризует экономику всего района, по ней можно видеть, что производит и что потребляет этот район, промышленный он или сельскохозяйственный, наконец, когда размер движения увеличивается (напр. после уборки хлеба, перед или после открытия навигации и т. и.) или уменьшается.

На изучении состава груза на станции преподаватель может дать характеристику экономики края.

2. Механизация грузовых операций.

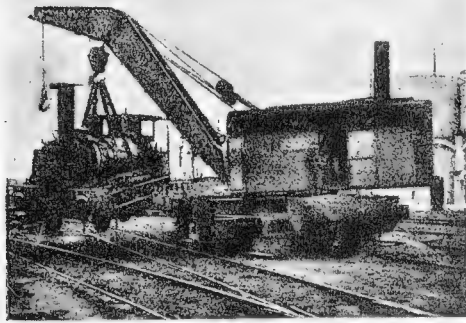
На большинстве станций погрузка и выгрузка производится переноской на людях или перевозкой на ручных так наз. багажных тележках, на которых груз может быть ввезен внутрь вагона.

За последнее время за границей получает большое распространение механизация погрузочно-выгрузочных операций и применение очень удобных электрических тележек (черт. 66) с аккумуляторными двигателями.



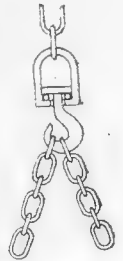
Черт. 66.

Для выгрузки и погрузки особо тяжелых грузов (машин, котлов) пользуются особыми «кранами», которые либо стоят на основании и только



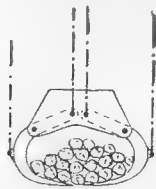
Чер. 67.

вращаются, либо могут передвигаться по рельсам; такими кранами можно поднимать грузы до 100—150 тонн, т.е. целые паровозы (чер. 67) и погрузать их на платформы, на суда и т. д. Применение кранов очень облегчает погрузку и выгрузку. Наконец, навалочные грузы, выгружаемые на особых площадях без платформ, грузятся и выгружаются чаще всего вручную, но, конечно, удобнее грузить их помощью



Чер. 68.

кранов. В зависимости от вида груза краны тоже имеют различные приспособления для их захвата. Так, например, ящики или крупные машины подвешиваются к крюку крана канатами или цепями (чер. 68), дрова и короткие бревна захватываются особыми клещами (чер. 69), уголь, руда — мелкий камень — так называемыми «грейферами» (по немецки схватыватель) или аллигаторами (напоминают пасть крокодила — аллигатора) (чер. 70), наконец, для мелких металлических частей с большим успехом применяют магнитный кран. Сильный электромагнит при пропуске электрического тока притягивает к себе железные части и отпускает их при выключении тока (чер. 71).

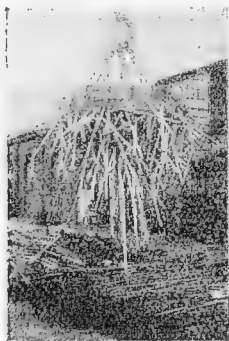


Чер. 69.



Чер. 70.

Все товарные помещения и склады имеют при себе дворы для телег и автомобилей, где они ожидают приема и



Чер. 71.

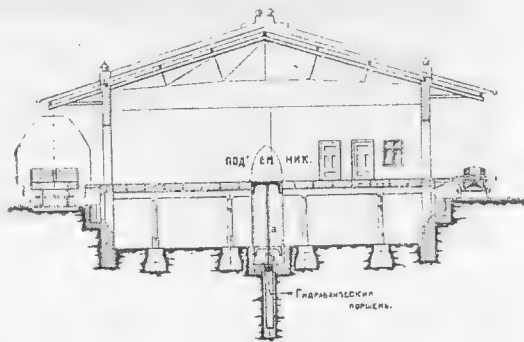
сдачи груза; дворы снабжаются кранами и корытами для водной лошадей и коновязями для их привязывания. Очень интересно путем опросов или действительного наблюдения проследить: сколько в среднем привозит или отвозит каждая телега (автомобиль) и сколько времени пребывает возчик во дворе от приезда до отъезда. По этим данным можно подсчитать, сколько подвод должно скопиться на товарных дворах. Так, например, если всего груза за день (8 часов) привозится на станцию 100 тонн, каждая подвода привозит 0,5 тонны и находится во дворе 2 часа, то число подвод, скопляющихся во дворе составляет $\frac{100 \times 2}{0,5 \times 8} = 50$;

если считать, что одна подвода занимает места около 10 кв. метров и на проезды тратится не менее 20%, то нужная площадь двора составит $50 \times 20 \times 1,20 = 1.200$ кв. мет. Промерьте шагами (считая шаг = 0,7 мет.) размеры двора, сосчитайте

число подвод и узнайте, сколько приходится на подводу на дворе вашей станции. Расспросите о наибольшем бывающем скоплении подвод. Вообще соберите данные о работе подвод и дворов по вашей станции.

3. Оборудование больших пакгаузов.

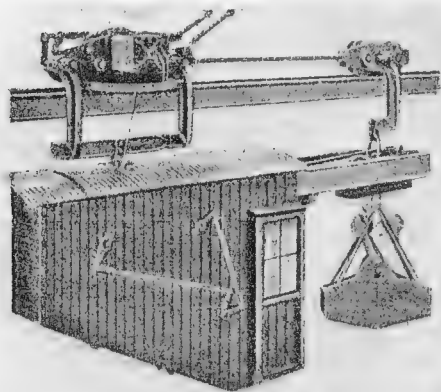
Очень большие станции часто имеют специальные устройства для отдельных видов груза. Так, например, большие пакгаузы делают иногда в несколько этажей, соединенных между собою подъемниками. При этом применяют целый ряд способов для удешевления погрузки и выгрузки, передачи грузов по всей площади пакгауза и из этажа в этаж. Мы упоминали уже электрические тележки, легко передвигающие груз между вагоном и любой частью пакгауза. Для подъема тележек на верхние этажи применяют лифты подъемные машины, на которые вкатывают тележку и которые поднимаются помощью канатов или гидравлического поршня (чер. 72).



Чер. 72.

Кроме тележек для передачи внутри пакгаузов применяют еще:

1. Подвесную дорогу системы Тельфера (чер. 73), где по одному рельсу катится особая тележка с грузом, расположенным ниже точки опоры; тележка обычно приводится в движение электричеством.

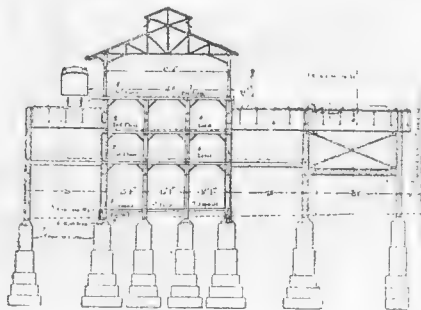


Чер. 73.

2. Так называемые транспортеры (чер. 74), т.е. вращающиеся ленты, передвигающие положенный на них груз; вращение ленты производится электричеством; самые транспортеры делаются составными и передвижными, так что с их помощью можно передвинуть любой груз в любом направлении.



Чер. 74.



Чер. 75.

3. Иногда поднимают на второй этаж целый вагон помощью вагоно-подъемника, построенного по принципу лифта.

Еще удобнее, когда вагоны прибывают в верхний этаж здания, а грузы спускаются затем в нижние этажи. В этом случае часто, почти



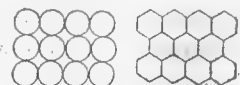
Чер. 76.

не требуется затраты энергии на передвижение груза. На чер. 75 и 76 показаны: такой пакгауз в Шитебурге и общий вид пакгаузов на ст. Буш.

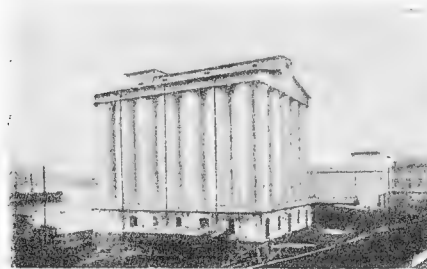
4. Элеваторы.

Товарные помещения для хлебных грузов представляют ту особенность, что хлеб требует не только хранения, но часто очистки (от сора), сортировки (отделение тяжелых зерен от легких), проветривания (для предупреждения затхлости) и т. п. операций. Наиболее дешевым способом и хранения и пер-

дачи хлеба является хранение его в сыпучую (без мешков), но так как при этом нужно все-таки не смешивать отдельных владельцев, то здания для хранения, наз. элеваторами, строятся в виде ряда отдельных клеток, в которые можно насыпать и обратно высыпать хлеб любого владельца по желанию.



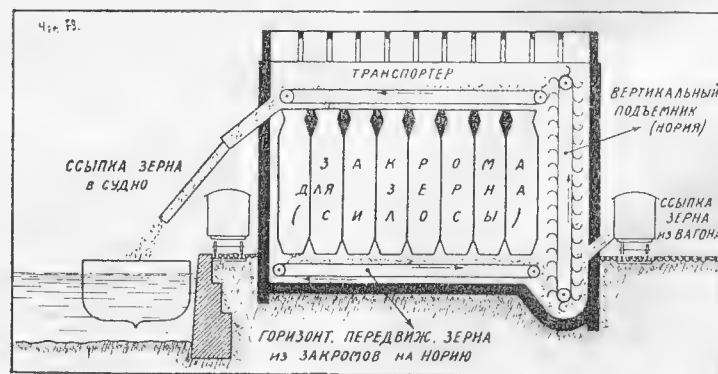
Чер. 77.



Чер. 78.

Клетки эти расположены вертикальными столбами, либо круглыми, либо шестиугольными (чер. 77) в виде сот и имеют входные отверстия сверху и выпускные снизу. На

Чер. 79: Схематический разрез элеватора. В центре изображены вертикальные цилиндры, в которых хранится зерно. Над ними находится горизонтальный транспортер, который подает зерно из вагонов. Справа — вертикальный подъемник (нория), который поднимает зерно из вагонов. Слева — устройство для загрузки зерна в суда.

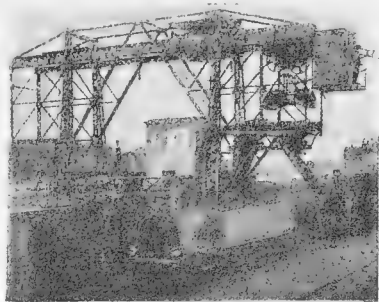


Чер. 79.

чер. 78 показан общий вид такого элеватора в Кастелла-Маре, а на чер. 79 схематический разрез элеватора. Как видно из чертежа, вагоны подают хлеб непосредственно сыпучкой в подвальный этаж, где он попадает на

так наз. черпачную порию, т.-е. вращающуюся цепь с подвешенными к ней черпаками. Пория поднимает хлеб в верхний этаж и сыплет его на горизонтальный транспортер (бесконечную движущуюся ленту).

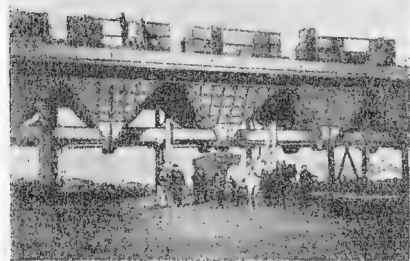
Посредством особого устройства «сбрасыватель» хлеб, передвигаемый на ленте, можно в любом месте сдвинуть в сторону и высыпать в любой закроем; если нужно, наоборот, хлеб высыпать в другой вагон или, как показано, на чертеже, на паромод, то лента доводит хлеб до того конца, где имеются трубы для высылки хлеба наружу. Хлеб, лежащий в закроеме, если его нужно передать на вагон или паромод, высыпается на нижний транспортер, оттуда на порию и на верхний транспортер и уже оттуда высыпается наружу. Несмотря на большое излишнее передвижение, механичность работы настолько ускоряет, упрощает и удешевляет работу, что она выгоднее ручной и даже вагонеточной грузки.



Чер. 80.

На ходу пории имеются отводы в сторону к целому ряду машин, как-то сортировке, веялке, зерноочистителю, куколотборнику (очистка от вредной примеси—куколя), весам и т. д., что позволяет продельвать все необходимые операции в любой необходимой последовательности.

Угольные склады при больших размерах их также снабжаются целым рядом приспособлений для механической нагрузки и выгрузки. Одним из наиболее распространенных является устройство мостового (чер. 80) крана, по которому движется в свою очередь лебедка с подъемным механизмом в виде грейфера. Лебедка может остановиться над складом угля в любой части моста, опустить грейфер, забрать им до 5 тонн угля и передвинуть в любую сторону, высыпать на другой склад или в вагон; когда весь уголь под мостом перегружен—мост подвигается вдоль склада на некоторое расстояние и работа продолжается. На чертеже показаны размеры одного из наиболее крупных мостовых кранов.



Чер. 81.

Другой способ состоит в устройстве эстакады (чер. 81), с которой уголь сбрасывается из раскрывающихся вагонов.

На мелких станциях уголь часто грузится обычными подвижными поворотными кранами, передвигающимися вдоль склада по особым рельсам.

Нефтяные склады на станциях чаще всего состоят из так называемых нефтяных баков, т.-е. резервуаров диаметрами 10—20 мтр., вмещающих в себе 1.000—4.000 тонн нефти.

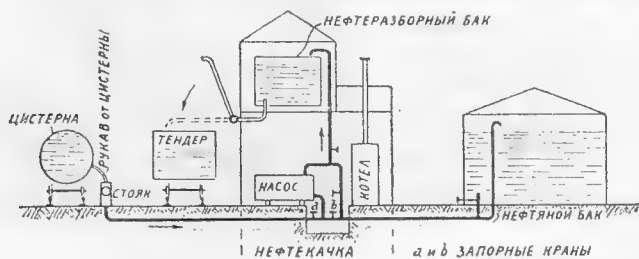
Резервуары эти снабжаются громоотводами и окружаются снаружи канавой с отсыпкой земли во внешнюю сторону; размеры углубления делают такими, чтобы в случае пожара, разлившаяся нефть не вышла за пределы земельного ограждения.

Подача нефти из вагонов в резервуары и обратно производится посредством нефтекачки и нефтепроводных труб. Нефтекачка, подобно водокачке, имеет насос для перекачки нефти, соединенный (чер. 82) трубами с одной стороны с так наз. стояками, к которым привертываются

рукава от цистерны, с другой—с баками; закрывая и открывая те или иные задвижки, насос может качать нефть из вагонов в баки или обратно.

Порядок и вопросы экскурсии. При осмотре специальных товарных операций прежде всего выясните, какие из них имеются, и есть ли механические приспособления.

На лесных складах выясните, как складываются дрова и лес, какой высоты штабели и какое расстояние между ними; вычислите, сколько леса или дров приходится на 1 кв. метр (считая и промежутки); какие



Чер. 82.

меры приняты против пожара и соблюдаются ли они (напр., имеется ли вода в чанах, где находятся швабры для тушения, далеко ли пожарный сарай и в порядке ли приборы, есть ли огнетушители, есть ли водопровод и не закрыты ли пожарные краны склада).

На угольных складах познакомьтесь с сортами угля, расспросите о его свойствах, постарайтесь взять образцы для испытания (если его можно сделать школьными средствами); определите и здесь нагрузку на кв. метр и те же элементы, которые указаны для лесного склада; разройте уголь до дна (или на некоторую глубину) и выясните, не прогревается ли он ¹⁾. Какими средствами уголь грузится и во что, примерно, это обходится. Если механическими—то постарайтесь посмотреть, как это производится и познакомьтесь с деталями устройства. Особенно интересно, конечно, ознакомление с грейфером и мостовым краном, если они имеются.

На нефтяных складах следует детально осмотреть нефтекачку, насос и все запорные краны и их действие; проследить, если удастся, налив нефти в цистерны, осмотреть бак и его внешнее оборудование (громоотвод; показатель уровня и т. д.). Интересно вспомнить, что нефть легче воды, а потому вода в ней оседает снизу, человек в нефти тонет (сравнить удельные веса) и плавать не может (почему?); разлившаяся по воде нефть горит над водой; хорошо взять пробу нефти, отстоять в ней воду и определить % ее, определить удельный вес нефти, определить температуру вспышки нефти (так наз. нефтяные остатки загораются при температуре 70—150° Цельсия).

Проверить нефть на выполнение технических условий (см. Нутто том I, изд. 1916 г., стр. 505), а именно на содержание минеральных кислот и щелочей, на содержание твердых негорючих примесей, на удельный вес и температуру вспышки.

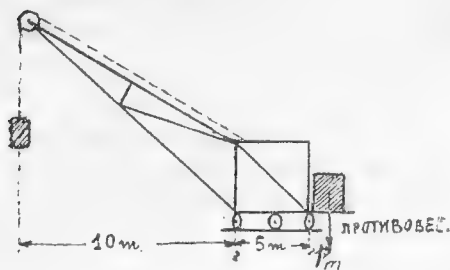
На элеваторе необходимо пройти все последовательные стадии его работы от выгрузки до погрузки, включая и все побочные операции, проследить в работе транспортер, порин, весы, сортировку, очистительные приборы и т. д., выяснить вместимость складов, определить пропускную способность (сколько в день можно погрузить, выгрузить, очистить и т. д.), наконец, выяснить стоимость работы и экономическое значение сооружения (откуда привозится зерно, куда главным образом отправляется). Интересно взять пробы зерна до очистки и после, и дома

¹⁾ При большой глубине и отсутствии хорошей вентиляции уголь может прогреться до самовозгорания.

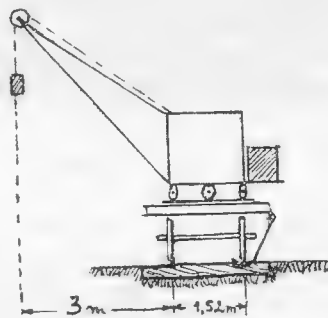
произвести очистку простейшими средствами, определить средний вес зерна и средний его объем, проверить качества отдельных зерен по прорастианию и т. п.

Кроме указанных выше задач и испытаний полезно было бы сделать несколько расчетных задач.

Задача 1.—На подвижном кране—подвешенный груз уравнивается весом противовеса с другой стороны оси вращения (чер. 83а); определить необходимый вес противовеса при условии, что груз весит 5 тонн, расстояние его от точки вращения 10 метров, расстояние противовеса от оси вращения 3 метра¹⁾.



Чер. 83а.



Чер. 83б.

Задача 2.—Передвижной кран вместо противовеса захвачен крюками за рельсы; определить, какая сила будет стремиться вырвать рельсы при условиях, показанных на чертеже (83б).

Задача 3. К пакгаузам подается 100 вагонов в день длиною по 8,5 метр. в 3 подачи; какова должна быть длина пакгаузов; какова должна быть их ширина при условии, что выгруженный груз хранится 5 суток, что груз—мелочной и нагрузка вагона—10 тонн.

VIII. СТАНЦИОННЫЕ ПУТИ И МАНЕВРЫ.

1. Стрелки.

Кроме приема и отправления поездов на станциях производится целый ряд операций с поездами и вагонами.

Передвижение поездов или отдельных вагонов по станции называется станционными маневрами, которые ведутся либо вручную (толканием вагонов людьми), либо паровозом, при чем или поездным паровозом или специальным так называемым маневровым паровозом.

В свою очередь станция состоит из ряда путей, так соединенных между собою, чтобы можно было передавать целые поезда или отдельные вагоны с одного пути на другие.

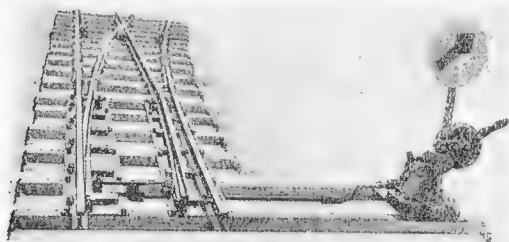
Соединениями путей называются:

1. Стрелочные переводы, по которым можно передавать целые поезда.
2. Поворотные круги и тележки, которыми вагоны передаются с пути на путь по-одиночке.

Устройство стрелочных переводов состоит в том, что два отдельных пути постепенно сливаются в один, при чем два крайних рельса

¹⁾ Вес противовеса 1 тонна, расстояние его от точки зацепления крюка 1 метр; вес груза 5 тонн.

продолжаются непрерывно, а два средних заканчиваются так называемыми острьями. На чер. 84 видно, что передвигая остряки в ту или другую сторону можно направить вагон на тот или другой путь. Главнейшими частями стрелки являются: 1) остряки, 2) рамные рельсы, к которым



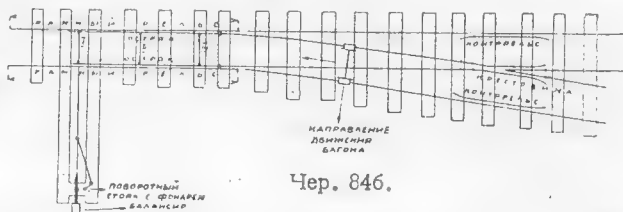
Чер. 84а.

придвигаются остряки, 3) крестовины, т.-е. места, где внутренние рельсы перед слиянием пересекаются друг с другом (см. чер. 84), 4) переводный механизм, которым передвигаются остряки.

Несмотря на простоту идеи, конструкция стрелки является довольно сложной и потребовала долгого времени для того, чтобы дойти до настоящего состояния. Первые стрелки, так

называемые американские, вовсе не имели остряков, а представляли собой два передвигжных рельса, крестовина тоже была упрощена и состояла из обрезных частей рельса; но такая простая конструкция оказа-

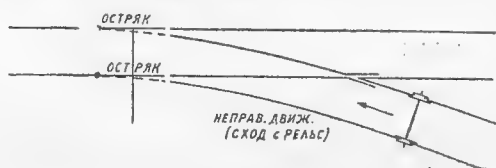
лась крайне неудобной: во-первых, паровоз, идущий не по тому пути, куда поставлена стрелка (чер. 85) — сходил с рельса, проваливаясь на шпалы, а во-вторых, в случае непол-



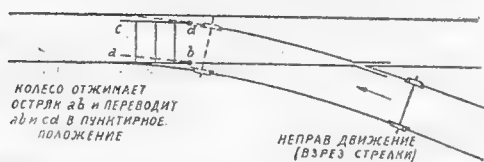
Чер. 84б.

ной передвигжки рельс — происходил удар в рельсы и часто поломка их или сход с рельса; то же явление случалось и на крестовинах. Это обстоятельство и заставило крестовины срезать в виде остря, а американскую стрелку заменить так называемой обыкновенной (называемой еще «самодельствующей») — с острьями, которые настолько близко прижимаются

к рельсу, что удар и возможность схода сведены к минимуму. Особенностью такой стрелки является так называемое взрезывание стрелки, т.-е. если поезд пойдет по неправильному пути (чер. 86), то колесо вагона своей ребордой нажимает остряк *bd* и отводит его вместе с остряком *bd* — в другую сторону; при этом схода уже не происходит. Это обстоятельство и дало стрелке название «самодельствующей».



Чер. 85.



Чер. 86.

Для того, чтобы остряк сильнее прижимался к рельсу, его срезают так, чтобы он даже несколько подходил под рельс; так как подошва рамного рельса мешает этому, то часто ее срезают; но гораздо лучше, чтобы не ослаблять этим рамного рельса, делать остряк из особого — специального (фасонного) рельса, который делается меньшей высоты, чем рамный, а потому прижатие к рельсу располагается выше его подошвы (чер. 87). (Такой остряк, называется фасонным остряком). Два остряка при пере-

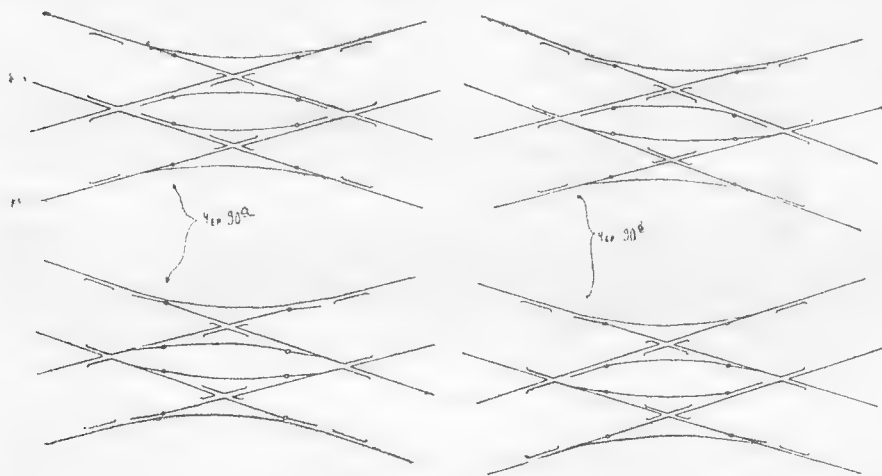
может быть найден, если взять отношение ab к bc (чер. 89); наиболее часто встречаются крестовины:



Чер. 89.

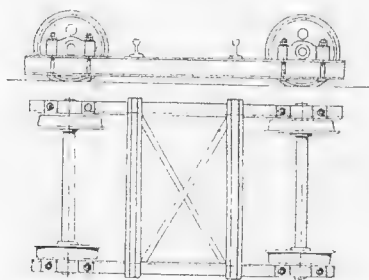
	$\operatorname{tg} \alpha = 1/11$ (угол $5^{\circ} 11' 40''$)
	$\operatorname{tg} \sigma = 1/9$ (» $6^{\circ} 20' 21''$)
изредка на путях	$= 1/8$ (» $7^{\circ} 7' 30''$)
при мастерских	$= 1/7$ (» $8^{\circ} 7' 50''$)

Кроме того, встречаются так называемые двойные стрелки, разветвляющиеся на обе стороны и интересные так называемые английские стрелки, которые имеют 8 острьяков и 4 крестовины, из которых 2 так называемых острых и 2—тупых.



Чер. 90.

На чертеже 90 показано расположение этих острьяков при разном направлении движения. (Разберитесь, как идет колесо?). Существует два типа таких стрелок: с одним переводным механизмом (чер. 90а) и с двумя (чер. 90б).



Чер. 91.

2. Тележки и круги.

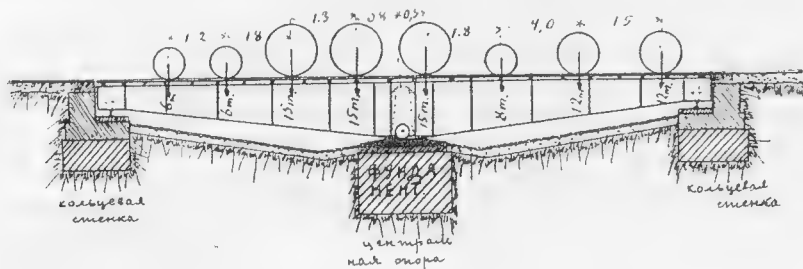
Кроме стрелок для передачи вагонов и паровозов с пути на путь применяются еще:

1) Тележки (чаще всего они встречаются в мастерских) (см. чер. 91). Вагоны вкатываются на них, передвигаются вместе с ними поперек путей и, остановившись против другого пути, выкатываются на путь.

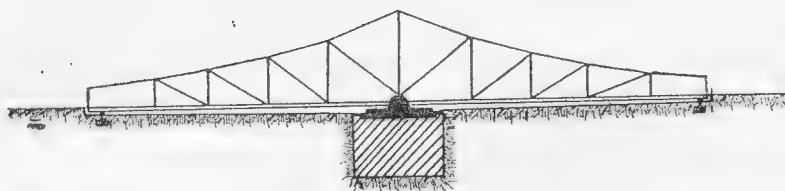
2) Поворотные круги. Поворотный круг для паровозов представляет собой склепанную балку (ab , чер. 92), подвешенную посередине на опоре.

Паровоз вкатывается на эту балку, устанавливается так, чтобы центр тяжести его находился над центром вращения и затем вместе с кру-

гом поворачивается либо особым рычагом, либо зубчатой лебедкой, либо электрическим двигателем (последнее встречается редко). Существуют паровозные круги с ездой понизу (чер. 93).



Чер. 92.



Чер. 93.

Интересна задача, найти центр тяжести паровоза с тендером и определить радиус поворотного круга. Решите ее при данных, показанных на черт. 92.

3. Станционные операции.

Станции по характеру работы и размерам движения делятся на малые, средние и большие.

Рассмотрим план ¹⁾ средней станции: здесь мы видим пассажирское здание и пассажир. пути при нем; товарные пути для приема и отправления товарных поездов; так называемые сортировочные пути, на которых выбрасываются вагоны, оставляемые на станции или, наоборот, ожидающие отправки, а также остаются (формируются) или разбираются (расформировываются) поезда; пути при товарных платформах; навалочные пути; путь для взвешивания вагонов (с весами); наконец, так называемые вытяжные пути, на которых выдвигаются поезда при маневрах, и пути тягачные, т.-е. пути при мастерских, при паровозных зданиях, при угольном складе для паровозов и т. д.

В общем, план станции часто представляет очень сложную картину, и от инженера требуется большое искусство спроектировать станцию так, чтобы не требовалось лишних передвижений, чтобы одни движения не мешали другим, чтобы вся станция была компактной и занимала поменьше места. На указанных путях станция производит всю свою работу:

1. Она принимает и отправляет пассажирские поезда, высаживая пассажиров, погрузкая и выгружая багаж, снабжая паровоз водой, а иногда и топливом. Иногда ей приходится прицеплять к пассажирскому поезду или отцеплять от него пассажирские вагоны или вагоны большой скорости (молочные, мясные и т. п.); некоторые пассажирские поезда

¹⁾ Такой план всегда висит в конторе нач. станции.

заканчивают свое движение на станциях, и тогда их отводят на особые маневренные пути, где вагоны чистятся, моются, снабжаются водою и т. д.; очень часто станция меняет пассажирские паровозы.

2. Она принимает и отправляет товарные поезда, снабжает паровозы топливом, сменяет паровозы, отцепляет и прицепляет товарные вагоны, при чем, так как это приходится делать и в голове, и в хвосте, и в середине поезда, то для постановки или выброски вагонов приходится делать маневры, т.-е. отцеплять часть поезда, отодвигать на другой путь, вытаскивать вагон и т. д. Чтобы понять эту работу, попробуйте описать все движения, которые должен сделать паровоз, чтобы из данного поезда в 40 вагонов выбросить на путь № 2 вагоны №№ 5 и 8, а подставить в поезд на свое место с пути № 2 вагоны №№ 6 и 12. Выпишите число и порядок движений.

3. Она подает вагоны от поездов к нагкаузам и складочным местам и обратно, и передвигает выгруженные вагоны к местам погрузки.

4. Очень часто поезда, прибывающие на станцию, расформировываются совсем, вагоны их либо распределяются по товарным складам и помещениям, либо идут в ремонт, либо соединяются с другими вагонами для составления новых поездов, отправляемых со станции. Последняя операция является уже «формированием» новых поездов.

5. Наконец, на средней станции обыкновенно паровозы отдыхают в особом помещении (паровозное здание или «депо»), где они чистятся, промываются, очищаются от накипи, ремонтируются и т. д., точно также на средних станциях ремонтируют и вагоны пассажирские и товарные.

6. Кроме указанных главнейших операций на станции производится еще ряд мелких операций.

4. Маневры.

Как видно из всего указанного, маневровое движение вагонов при всех этих операциях играет наибольшую роль, а потому на нем и необходимо остановить наибольшее внимание.

Операции по маневрам иногда ведутся поездным паровозом, но чаще всего, чтобы не тратить слишком дорогого времени поездных машинистов и не расходовать излишне сильных паровозов, применяют так назыв. маневровые паровозы; чаще всего у нас это — старые паровозы, непригодные к поездной службе. Гораздо удобнее для маневров так назыв. «маневровые» специальные паровозы; они подвижнее, легче поворачиваются, не имеют тендера, и имеют на себе и воду и топливо (так назыв. танк-паровозы) и, благодаря этому, машинист легко видит путь и при переднем и при заднем ходе.

Наиболее важное значение имеют маневры при разборке поездов и их составлении — маневры по сортировке. Наблюдения над работой вагонов привели уже давно к очень серьезным выводам. Вагон — больше стоит, чем движется. В самом деле, по данным, напр., 1913 года, все вагоны (пас. и тов.) вместе прошли 25.478.140.000 вагонно осе-верст, общее число вагонных осей составляло 1.088.120 штук, следовательно, в среднем, каждая ось, т.-е. и каждый вагон, прошел в год 23.415 верст, а в сутки $23.415 : 365 = 64$ версты¹⁾; если считать среднюю скорость поезда даже только в 20 верст в час, то на этот пробег вагон тратит в сутки всего $3;5 - 4$ часа, а остальные $24 - 4 = 20$ часов, он, следовательно, стоит. Часть этого простоя объясняется погрузкой и выгрузкой; в среднем, после каждых 500 верст пробега он тратит 1 сутки на выгрузку и 1 сутки на погрузку, т.-е. на $500 : 20 = 25$ часов пробега тратится 48 часов простоя

¹⁾ Если брать только одни товарные вагоны, то на них приходится по 78 верст.

и, значит, паровоз может потратить на сортировку поезда около $40 \times 5 = 200$ минут или 3,5 часов, но в общем всегда встречается такое расположение, которое облегчает сортировку, и паровоз тратит на это 1,5—2 часа времени.

Проверьте, сколько рейсов и времени требуется для сортировки данного поезда?

2-й пример. Из пяти поездов, в каждом из которых имеются вагоны двух из направлений в А, В и С составить (черт. 94б) поезда, в которых все вагоны были бы одного направления.

Для этого мы имеем пути № 1, 2 и 3 и вытяжку № 4; будем по очереди из каждого поезда, вытянув его на вытяжку и выдвигая на соответствующий путь, отделять вагоны:

на пути № 1	— идущие в А;
№ 2	— » в В;
№ 3	— » в С

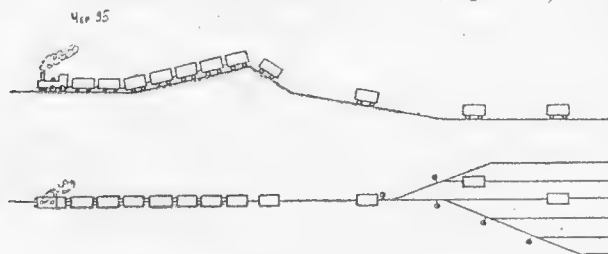
Подсчитайте, сколько рейсов для этого придется сделать со всеми поездами и сколько времени это потребует. Легко видеть, что в конце концов на пути № 1 и № 2 получится по 2 поезда, а на пути № 3 один.

Полученные поезда могут идти прямо до А, В и С без дополнительных остановок на станциях.

Представим себе, что без этой сортировки эти вагоны шли бы с так назыв. сборными поездами, останавливаясь бы на каждой станции и простояли бы на каждой из них лишние 40 минут на время прицепки и отцепки; легко видеть, что при 20 станциях они потеряли бы лишних $20 \times 40 = 800$ минут, а между тем на сортировку всех четырех поездов было затрачено, как легко видеть из подсчета, гораздо меньше, и, следовательно, мы выигрываем, в общем, время простоя, причем для каждого из всех 200 вагонов.

Для того, чтобы еще более ускорить и облегчить сортировку, применяют целый ряд способов.

Одним из способов, значительно ускоряющих сортировку, является применение так называемой горки (черт. 95). Паровоз становится сзади



Черт. 95.

поезда и понемногу подталкивает вагон на горку; вагоны или расцеплены или расцепляются окончательно у самой горки. Скатываясь с горки (по-одиночке или самое большее по два), вагоны приобретают большую скорость и докатыва-

ются до конца путей, где они останавливаются сами, или особыми подкладками (башмаками). При стрелках путей, расположенных за горкой, стоят стрелочники, которые и направляют вагон на соответственный путь.

При таком способе скорость сортировки зависит от скорости подачи поезда на горку. Обычно в русских условиях она не превышает

$$0,5 \text{ м в секунду, что на поезд в 40 вагонов по } 8,5 \text{ м даст всего } \frac{40 \times 8,5}{0,5} =$$

— 680 секунд или 11—12 минут. Если принять, что после этого паровоз идет за другим поездом, на что тратится еще 10—15 минут, то легко видеть, что сортировка поезда требует не более 25—30 минут и, следова-

тельно, оставляя даже 6 часов в сутки на запас,—в остальные 24—6 = 18 часов на горке можно отсортировать не менее $\frac{18 \times 60}{25}$ 43 поезда или 1720 вагонов.

Увеличивая состав до 75 вагонов и сокращая время перерыва на 5 минут, можно довести это число до 3000 вагонов в сутки. В русских условиях обычно это число считают до 2000—2500 вагонов. При этом, как мы видим, требуется всего один, или, считая его работу не свыше 9 часов—2 паровоза для всей сортировки.

В Соединенных Штатах, где вагоны имеют большую длину, скорости движения доходит до 1 м в секунду, что еще более увеличивает работоспособность станции.

При принятой нами скорости вагон за вагоном следует на горке через промежуток времени в $8,5 \times 0,5 = 17$ секунд; за этот промежуток стрелочник должен перевести стрелку для направления вагона на тот или другой путь, но так как некоторые вагоны (напр., груженные) бегут быстрее, а другие медленнее, то один другой нагоняет, и потому промежуток времени между ними сокращается. Принимают, что стрелки должны быть так расположены, чтобы промежуток между вагонами был не менее 6 секунд, в течение которых стрелочник еще может перевести стрелку.

При спуске с горки скорость вагона увеличивается приблизительно по формуле $v = \sqrt{2g(h - wI)}$, где h — высота спуска; w — сопротивление вагона, а I — длина пути.

Высота горки над самым дальним концом путей доходит до 3—4 м. w — приблизительно:

	Летом.	Зимой.
Для груженных вагонов	0,001	0,003
Для порожних вагонов	0,003	0,005

1. Определите скорость груженого и порожнего вагона при следующих условиях:

Высота спуска.	h	Расстояние.	Сопротивление.
Груженный вагон	0,50 mt.	50 mt.	0,001
Порожний »	0,50 mt.	50 mt.	0,003
Груженный »	1,50 mt.	150 mt.	0,001
Порожний »	1,50 mt.	150 mt.	0,003

2. Задано, что груженный вагон, спускаясь за порожним, идет со скоростью 5 м в секунду, а порожний 3,5 м в секунду. Начальный промежуток времени между ними составлял 8,5 сек.

Определить, на каком расстоянии груженный вагон нагонит порожний, на каком расстоянии должна быть уложена последняя стрелка, чтобы стрелочник успел перевести стрелку перед груженым вагоном (т.-е., чтобы промежуток времени составлял 6 секунд)?

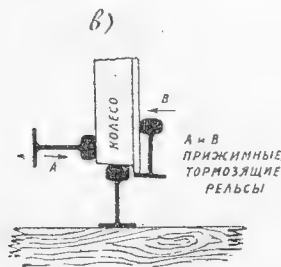
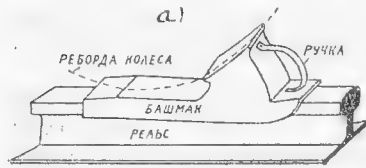
Решите эту задачу графически и алгебраически.

В виду различной скорости движения вагонов при различных температурах их и при разных условиях погоды (ветреный или попутный ветер).

холодно—замерзает смазка, или тепло, дождь и т. д.) часто отдельные вагоны бегут с большой скоростью и приходится либо замедлить скорость, либо останавливать совсем вагоны. Для этого применяются:

а) башмаки останавливающие; они имеют форму выкружки-защипки, на которую насакивает вагон и вместе с которой он скользит и останавливается (черт. 96а).

2) Башмаки - замедлители. Башмаки имеют ту же форму, но при скольжении вагона, встречают снаружи особый остряк (черт. 96б), по которому они сдвигаются внаутрь и падают вниз, а вагон продолжает идти дальше, но уже с замедленной скоростью.



Черт. 96.

3. Особые системы торможения колес, появившиеся лишь в недавнее время, состоящие из контр-рельс и нажимных рельс (черт. 96в), которые нажимаются сбоку особыми пружинами и тормозят колеса. В зависимости от их длины и силы нажима, вагоны замедляют ход или останавливаются.

Для того, чтобы стрелочники знали, на какой путь направляется вагон, применяют либо условные свистки и звуки рожка, либо условные надписи впереди вагона (в виде таблички), либо условные световые сигналы (напр., диск, на котором появляется номер пути) и т. и.

Кроме системы горок за границей применяют еще систему «наклонной плоскости». Все пути укладываются друг за другом по крутому уклону; паровоз оставляет поезд на верхних путях, где они затормаживаются. При постепенном отпускании тормозов от-

дельных вагонов с нижней стороны поезда, благодаря большому уклону, вагоны бегут вниз сами и сортируются по предыдущему на отдельные пути.

Достоинством такого устройства является отсутствие паровоза, т.е. затраты лишней силы на передвижение, но недостатком является, во-первых, то, что верхние вагоны катятся с большей высоты, а, следовательно, с большей скоростью, чем нижние, во-вторых, что наклон остается постоянным, не приспособляясь к условиям погоды, тогда как при горках очень часто устраивают две (иногда даже три) горки разной высоты, которыми и пользуются, в зависимости от погоды; наконец, при горках станция может быть горизонтальной и может иметь горки как для одного, так и для другого направления, тогда как при наклонной плоскости вся станция наклонена только в одном направлении, в котором и ведется вся сортировка.

В наших русских условиях большинство сортировочных станций проектировано с горками, хотя встречаются и наклонные плоскости.

Экскурсия начинается с рассмотрения стрелок и их устройства; детально осматривается простая стрелка, а в более глухих углах станции производится и перевод, измеряется угол крестовины, испытывается сила, потребная для перевода, выясняется механизм передачи к стрелочному фонарю.

Если на станции имеются, то желательно осмотреть американскую и английскую стрелку; интересно сравнить стрелки с простым и с фасонным острием (если такие имеются).

Интересно опросом выяснить, бывали ли сходы на осматриваемых стрелках, по каким причинам и с какими результатами.

Затем переходят к поворотному кругу; осмотрев его основные элементы (фермы, опорную часть), следует проследить хотя бы один поворот паровоза и, если допустят, участвовать в нем. Следует посмотреть, как паровоз центрируется на кругу, обычно в несколько передвижений взад и вперед; посмотрите, где при этом придется центр тяжести паровоза с тендером и какая сторона (от оси круга) будет длиннее.

Если на станции имеется передвижная тележка, то следует посмотреть и ее.

Далее переходят к изучению работы на станции.

В конторе нач. станции (а, если можно и заранее) знакомятся с планом станции, с назначением путей; если возможно, схематически его зарисовывают, переходя затем на товарные пути, прослеживают прием или отправление поезда.

Далее переходят к рассмотрению маневровой работы. Полезно еще раз при этом у руководителя маневрами из так назыв. *натурной* книжки состав 2—3 поездов (где записаны назначения отдельных вагонов), с тем, чтобы дома выяснить количество пужных рейсов; полезно с часами в руках определить затрату времени на каждый рейс и вывести средний размер рейса (из 5—10 наблюдений, хотя бы разбившись на группы); следует отметить причины длительных задержек при этом. В большинстве случаев придется встретиться с маневрами паровозов так назыв. осаживанием или толчками (обратите внимание на опасную работу сцепщиков); но, конечно, крайне интересно, наблюдать работу на горке или наклонной плоскости; здесь путем установки наблюдений по хронометрам (располагая учащихся на определенных расстояниях, пользуясь хотя бы телеграфными столбами с расстояниями по 25 саж. или целом рельс—обычно по 5 саж. длиною), легко найти среднюю скорость движения отдельных вагонов, затем проследить работу башмачников и в некоторых случаях таким же хронометражем определить среднюю скорость до действия башмака и после него. Преподаватель физики должен использовать лабораторные приемы таких измерений времени и длины и заранее обдумать их. Интересно сосчитать количество вагонов на станции (или спросить у нач. станции), а также суточное количество прибытия и отправления.

Простым приемом деления общего числа вагонов на станции на допустимому прибывающих и отправляемых в сутки вагонов—можно грубо определить средний простой вагонов на станции ¹⁾.

Параллельно с этим дома желательно решить указанные выше задачи и, может быть, варьировать их.

IX. СИГНАЛИЗАЦИЯ И ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ.

1. Столкновения вагонов и поездов и связь между станциями.

И отдельные вагоны, и тем более целые поезда обладают большим весом и часто большой скоростью движения. Уже при маневрах легко видеть, с какою силою ударяются вагоны друг о друга даже при малой скорости.

¹⁾ Точное определение простоя очень трудно, и имеется целый ряд формул, оспаривающих друг у друга право считаться наиболее правильными.

Буферные пружины смягчают этот удар, и потому при маневрах мы можем рассматривать вагоны, как упругие шары. На маневрах легко проверить законы упругого удара; так, например, когда один вагон ударяется о целый ряд стоящих вагонов, то он останавливается, а последний вагон отскакивает и идет вперед ¹⁾).

Если два вагона пабегают на один стоящий, то, по закону упругого удара, эти вагоны уменьшают скорость, а стоявший начинает двигаться со скоростью большей, чем имели первые вагоны; если один вагон пагоняет другой, движущийся более медленно, то при ударе они меняются скоростями. Наконец, вагон, ударяющийся об упор или о не могущие двигаться вагоны, отскакивает обратно.

Несовершенство буферов делает эти явления не вполне точными, но все же достаточно очевидными. Если удар настолько силен, что превышает силу упругости буферов, то буфера сжимаются до отказа и в этом случае получается удар уже неупругих тел со всеми последствиями (разбивание буферов, насккивание вагонов друг на друга, крушения).

Мы видели выше, что сила удара определяется по формулам $Ps = \frac{Qv^2}{2g}$ (см. стр. 28); при ударе двух неупругих тел затрата энергии на удар определяется по формуле: \mathcal{E}_n (энергия, потерянная на удар в килограммах) $= \frac{Q_1 Q_2}{2g(Q_1 + Q_2)} (V_1 \pm V_2)^2$, где Q_1 и Q_2 — веса движущихся тел;

$g = 9,81 \frac{\text{mtr}}{\text{sek}^2}$; V_1 и V_2 — скорости этих тел; знак $+$ если тела движутся навстречу, а — если друг за другом. Эта потерянная энергия идет на сплюсывание и разрушение вагонов и паровозов.

Задача: какова энергия разрушения двух поездов весом в 1000 и 1500 тонн при скорости первого $10 \frac{\text{mtr}}{\text{sek}}$ и второго $12 \frac{\text{mtr}}{\text{sek}}$ при движении навстречу и при движении друг за другом.

С какой высоты нужно было бы сбросить 1-ый поезд, чтобы произвести тот же разрушительный результат (по формуле $\mathcal{E}_n = Q_1 h$).

Наиболее опасными являются, конечно, столкновения больших масс, т.-е. поездов, и притом при больших скоростях. Отсюда естественно, что и меры против столкновений принимаются главным образом на путях движения поездов.

Столкновение на главном пути, когда скорость особенно велика, возможна только в случае, когда на главный путь между станциями будет вынуждено два поезда друг за другом или навстречу; главнейшей мерой против этого являются предварительные сношения между станциями. Для этого служат телеграф или телефон; перед отправлением поезда запрашивают соседнюю станцию: могут ли отправить поезд № ... ? И только получив утвердительный ответ по телеграфу, дают копию этого ответа машинисту, что и дает ему право на выезд (так назыв. путевая). За последнее время телеграфные сношения начинают местами заменяться телефонными. Более надежным средством для однопутных линий является так называемая жезловая система. На каждой станции имеется особая коробка с металлическими палками (жезлами); коробки обеих станций так связаны между собой посредством электричества, что всегда можно вытянуть только один жезл; жезл этот дается машинисту как документ на право проезда. Только когда поезд придет на другую станцию и жезл будет вложен в коробку, можно опять выпнуть один жезл на той или другой станции и отправить поезд на этот участок; таким образом, на данный участок может быть выдан только один жезл, а, значит, на участке может

¹⁾ Это и последующие положения верны при равном весе вагонов.

быть только один поезд и не может быть столкновений. Иногда приходится пустить два поезда вслед за другим; в этом случае жезл делится на две половинки; первому поезду дают одну половинку, второму—другую, по прибытии обоих поездов — половинки соединяют в один жезл. На очень многих станциях можно видеть такую жезловую систему.

Наконец, на двухпутных линиях применяют так называемую блокировочную систему. Для этого (черт. 97), весь путь разбивается на участки, огражденные каждым семафором. У каждого семафора устроен блок-пост, где находится сигнальщик. У каждого сигнальщика имеется так назыв. блок-аппарат с двумя или четырьмя окошечками. Аппараты связаны между собой электрической связью. Пусть поезд подходит слева к сигналу «В1»; сигнальщик предельывает следующие операции:

1) открывает сигнал, 2) пропустив поезд закрывает сигнал; 3) вращая рукоятку заблокировывает сигнал, т.е. окошко 2 аппарата «В I» становится красным, сигнал уже открыть вновь нельзя; в это время сигнальщик поста С: 4) получает разрешение открыть сигнал «С I»; когда поезд пройдет за сигнал «С I» — сигнальщик 5) закрывает его, 6) заблокировывает, т.е. окошко 2 аппарата «С I» становится красным и этим самым отблокировывает окошко 2 аппарата «В I», т.е. дает разрешение пустить новый поезд. Таким образом, на каждом участке может быть одновременно только один поезд в одну сторону, а, следовательно, опасность столкновения устранена.

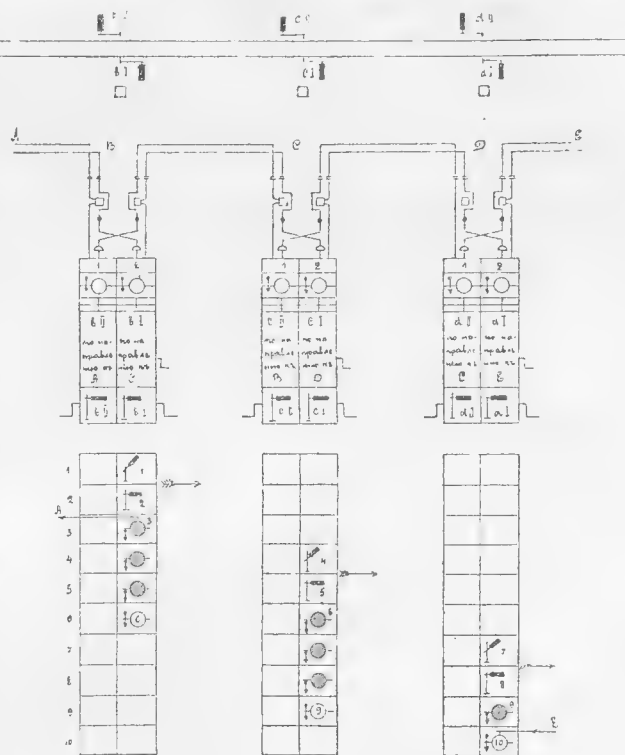
3. Сигналы.

Вторым опасным пунктом является вход поезда на станцию; здесь входящий поезд может наскочить на маневрирующий поезд или на стоящий на пути состав.

Поэтому для разрешения входа на станцию или выхода поезда ставятся сигналы, указывающие разрешение или запрещение движения. Эти сигналы должны иметь форму и цвета наиболее заметные издали и, кроме того, такие, чтобы их нельзя было смешать с окружающими предметами.

Сигналы бывают двух видов:

1. Световые (оптические), которые видны глазом, и днем определяются по форме и по окраске, а ночью по цвету огня;



Черт. 97.

2. Звуковые (акустические), которые действуют на слух, сюда относятся: свистки, гудки, рожки, петарды, взрывающиеся под поездом, и за последнее время радио-сигналы.

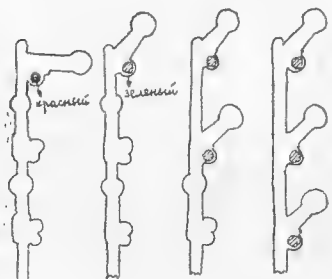
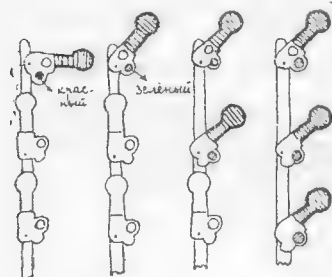
В Америке встречается еще так назыв. чувственный сигнал, описанный уже на стр. 38.

Сигналы световые, имеющие главнейшее значение, имеют обычно форму либо круга (так назыв. диски), либо крыла (семафоры), при чем крыло, лежащее горизонтально, показывает запрещение входа на путь, а наклонное под 45° (черт. 98)—разрешение движения.

Запрещающие движение сигналы окрашиваются красным цветом; разрешение тихого осторожного движения дается зеленым цветом. Ночью применяются огни: красный для запрещения, зеленый для осторожного хода, белый—для свободного движения и оранжево-желтый для так назыв. предупредительного сигнала. Выбор этих цветов не случаен.

Испытания показали, что дальше всего виден белый цвет, но выбор его для важнейших сигналов был бы неудобен, потому что его легко смешать со всяким белым огнем (фонари, лампы в домах и т. д.); следующим по видимости является красный, и он то и принят для самого важного сигнала—остановки; следующий по видимости зеленый и т. д.

На каждой станции можно видеть так назыв. семафоры, т.-е. сигналы для входа и выхода поездов. У нас принята так назыв. немецкая система сигнализации, т.-е. при трехкрылом семафоре виден днем один из четырех случаев расположения крыльев (черт. 98), а вечером один из четырех видов огней. Устройство семафора ничего особенно сложного не представляет; интересно обратить внимание на изменение цвета огня, которое достигается двумя круглыми стеклами с красным и зеленым цветом (или зеленым и закрытым желтым), передвигающимися против белого фонаря вместе с передвижением крыла. Интересно проследить также, откуда идут передвигающие крыло семафора проволоочные тяги. Здесь мы



Черт. 98.

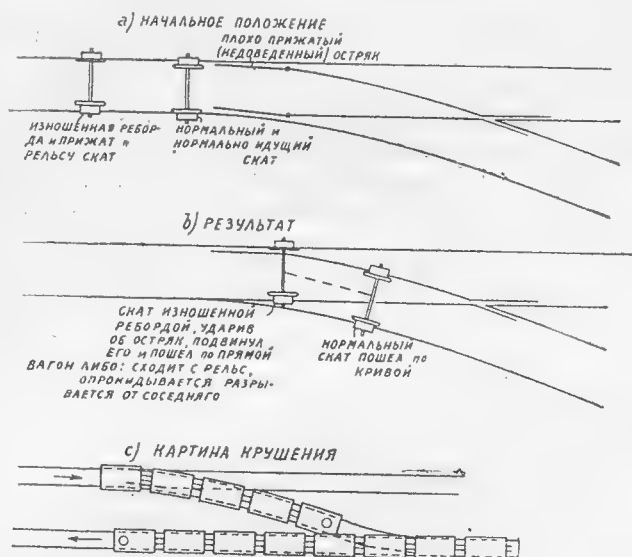
опять сталкиваемся с вопросом удлинения от температуры; провода часто идут на далекое расстояние (до километра), а потому удлинение от температуры при разности в 60°C составляет до $\frac{1000 \times 60}{100.000} = 0,6 \text{ м}$; это приходится учитывать и устанавливать особые приборы (так назыв. компенсаторы) по середине тяги.

Кроме сигналов для входа и выхода на станции встречаются сигналы на стрелках (стрелочные фонари), гидравлических колоннах и т. д. Очень часто бывает необходимо оградить сигналами отдельные места, где производится работы или испорчен путь, произошло крушение, ремонтируется мост и т. п. В этом случае применяются переносные сигналы в виде круглых дисков на палках, втыкаемых в землю. Кроме того, так как в экстренных случаях бывает нужно иногда остановить поезд, не имея в руках сигнала, то признано за правило, что резкое махание руками или шапкой или фонарем также является сигналом остановки.

4. Влияние стрелок.

Даже при постановке сигналов стрелки все же являются наиболее опасными пунктами с точки зрения столкновения поездов. Неправильно поставленная стрелка может направить поезд на путь, занятый другим поездом.

Даже и при отсутствии другого поезда стрелка часто может вызвать крушение, если перо (остряк) стрелки нехорошо прижато к рамному рельсу. Черт. 99а и б наглядно показывает это: переднее колесо вагона, случайно отошедшее от рельса, пройдет по перу правильно направо, следующее колесо — опять-таки случайно прижатое к рамному рельсу и притом имеющее сточенную реборду, наоборот, зайдет в промежуток между рельсом и пером и отодвинет перо или сломает его; часть поезда пойдет таким образом направо, часть прямо, натянутые паровозом стяжки сорвут вагоны с рельс и произойдет сход, а при большой скорости крушение.



Черт. 99.

Недавний тяжелый случай крушения на Моск.-Казанской жел. дороге, когда два поезда на всем ходу врезались друг в друга, был вызван неправильным расположением стрелки (черт. 99в).

5. Стрелочные замки.

Указанные данные показывают, что на установку и правильное положение стрелки приходится обращать самое серьезное внимание, и так как надеяться на стрелочника не всегда бывает возможно (были случаи, когда стрелочник, всегда настроенный верно при прибытии поезда, переводил стрелку под самым поездом, вообразив, что стрелка стоит неправильно), то важные стрелки на ходу пассажирских поездов часто снабжают замками, запирающими стрелку в определенном положении.



Черт. 100.

Ключ от замка может быть вынут только в том случае, когда стрелка саперта в определенном положении. Принесенный ключ дает начальнику станции при таких условиях уверенность, что стрелка стоит правильно и что он может открыть семафор. Если на ходу поезда имеется несколько стрелок, то начальник станции должен получить несколько ключей (конечно, перенумерованных) и только тогда открыть семафор (черт. 100).

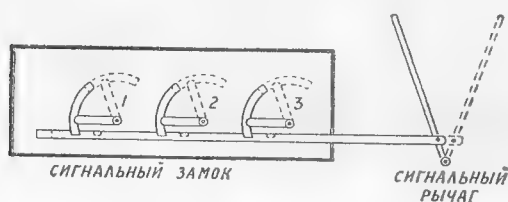
Такая зависимость между стрелками и положением семафора навела естественно на мысль, нельзя ли сделать эту зависимость автоматической, не связанной с волей начальника станции и возможной его ошибкой. Зависимость эта была создана в виде так называемой ключевой централизации.

6. Ключевая централизация.

Идея ключевой централизации в общем проста.

Представим коробку, в которую вставляются ключи от 3 стрелок; личинки номерованы по номерам ключей; каждый ключ, поворачиваясь в отверстии, отодвигает задвижку (черт. 101); когда все 3 задвижки отодвинуты, является возможным передвинуть задвижку 4 и вместе с нею рычаг семафора.

Задвижка 4, отодвинутая вправо, не позволяет передвинуть задвижки 1, 2, 3, а потому все ключи стрелок остаются запертыми до тех пор, пока открыт семафор. Закрыв семафор, возвращают задвижку 4 в прежнее положение, после чего можно опять передвинуть задвижки №№ 1, 2 и 3 и освободить соответственные стрелочные ключи; при этом, однако, задвижка уже будет замкнута, не может быть передвинута, а потому и нельзя открыть семафор.



Черт. 101.

Таким образом, получается взаимное замыкание стрелок и сигналов.

Стрелочные замки бывают самых разнообразных типов и большинство из них патентованы.

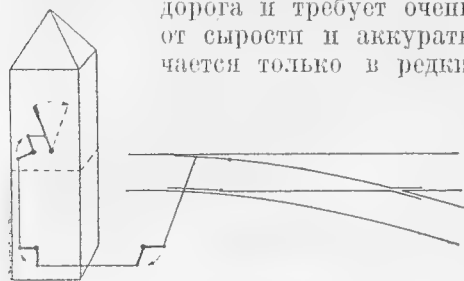
Указанный способ гарантирует начальнику станции правильное положение стрелок, но представляет то неудобство, что при отдаленных стрелках и частых поездах стрелочнику приходится бегать от стрелок к конторе и обратно. Чтобы избежать этого, можно централизационный аппарат (описанный нами) поместить в будке вблизи стрелок; тогда один из стрелочников вставляет и поворачивает сигнальный ключ, который электрическим током даст знать об этом Начальнику станции, разрешая ему открыть сигнал. Так как ток при ягивает и магнетизирует железо, то на этом принципе можно комбинировать всякого рода защелки, которые замыкают ключ на все время открытия семафора. Этим путем весь процесс значительно ускоряется.

6. Централизация стрелок.

При очень сложном и частом движении, требующем частого перевода стрелок, бывает выгодно централизовать стрелки, т.-е. управлять переводом их с одного места. И здесь сама идея централизации является очень простой; путем целого ряда рычагов и длинных стержней (черт. 101) можно переводить стрелку из здания, находящегося вдали от стрелки. Показанная на схеме система называется жесткою, так как она переводит жесткими тягами; тяги эти сделаны из трубочек и, чтобы они не прогибались при нажатии, расположены между особыми каточками; гораздо чаще, однако, встречается так называемая гибкая проволочная передача, при которой перевод производится только натяжением, а потому к стрелке идут две проволоки для перевода в ту и другую сторону.

Жесткой передачей можно работать до 250, гибкой до 300—350 м.

Но еще лучше и совершенно независима от расстояния так называемая электрическая централизация, при которой стрелка переводится небольшим мотором, расположенным при ней, посредством пропускания через него электрического тока. К сожалению, последняя система у нас еще слишком дорога и требует очень тщательного устройства, изоляции от сырости и аккуратного содержания, а потому и встречается только в редких случаях.



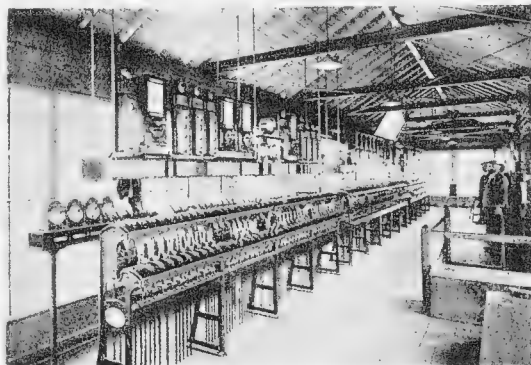
Чер. 102a.

Важным преимуществом централизации является не это обстоятельство, а то, что такое концентрирование очень облегчает устройство взаимной связи между стрелками и сигналами, осуществляемое по показанной ниже схеме (чер. 103). На схеме нанесены: блокировочные аппараты на посту и на станции, 2 сигнала и 3 стрелки на посту и так называемый маршрутный рычаг a_1/a_2 ; перевод рычага стрелки или сигнала сопровождается соответственным подниманием или опусканием полосок, показанных на схеме жирным черным цветом.

Положение 1 показывает, что оба сигнала A_1 и A_2 закрыты и все 3 стрелки свободны; оба окошка в блокировочных аппаратах заблокированы (красные; на чертеже черные); как видно из схемы, перевести семафоры при этом нельзя, так как они упираются в поперечную полоску q ; стрелки же могут свободно передвигаться. Передвинуть полосу влево нельзя, потому что этому мешают стрелки 1 и 2, упирающиеся в кулачки m при этой полосе; передвинуть вправо возможно; для этого сначала отблочкиваем окошко a_1 , поднимая этим вверх кнопку и стерженек при ней; затем рычаг P передвинет полосу вправо; эта передвигка замкнет (см. полож. II) все стрелки в их прежнем положении и позволит открыть семафор A_1 , (опустить задвижку) и пропустить поезд; электрический ток, проходящий на соседнюю станцию, превратит окошко в белое (см. станц. блок-аппарат, окошко a_1) и укажет на отправление поезда; после прохода поезда обратными действиями приводят все в прежнее состояние; если теперь, наоборот, отблочкивать положение a_2 , подняв кнопку и рычажок и перевести (вниз) стрелки 1 и 2 (см. III), то является возможным опустить маршрутный рычаг P вниз и этим отдвинуть задвижку влево, т.-е. открыть сигнал A_2 и пропустить поезд на станцию уже по другим путям.

По такой схеме составляется целый ряд комбинаций или так назыв.

Все рычаги от ряда централизованных стрелок устанавливаются в одной будке (чер. 102), называемой центральным постом, в один ряд и снабжаются соответственными номерами. Здесь они могут управляться одним, двумя лицами вместо десятка стрелочников и дают таким образом экономии в служащих; но самым

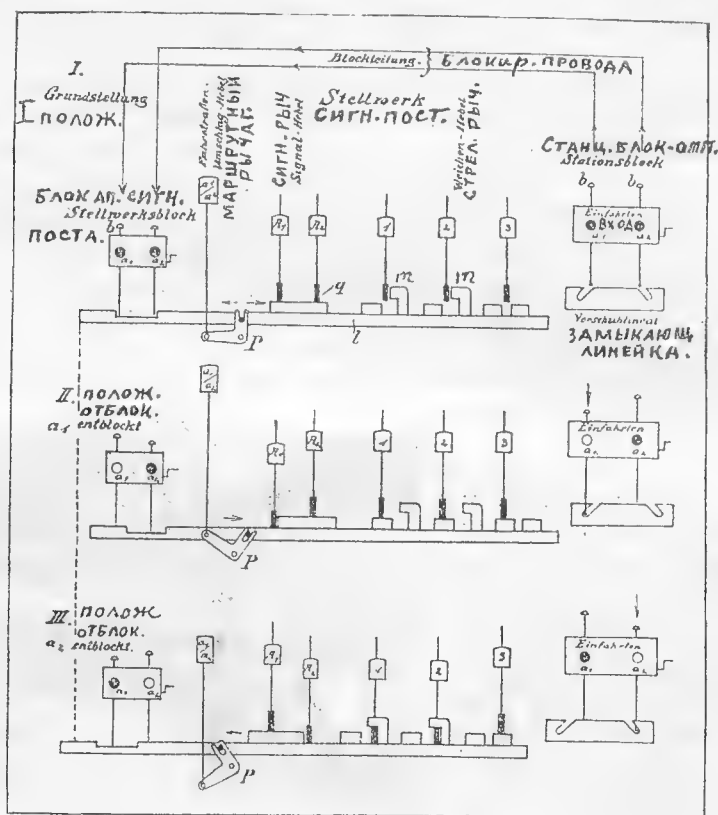


Чер. 102б.

маршрутов, т.-е. направлений движения поездов, при чем каждый маршрут имеет свой сигнал и свою маршрутную рукоятку.

Число постов на станции зависит от числа стрелок, их расстояний и способа централизации; чаще всего встречается два стрелочных поста по концам станции и один пост в пассажирском здании. Стрелочные посты делаются высокими с открытым видом на все управляемые стрелки для лучшей ориентировки сигналиста.

Электрическая централизация значительно упрощает всю конструкцию. Рычаги здесь заменяются кнопками, позволяя сигнальнику играть на них, как на пишущей машине.



Чер. 103.

Экскурсия по сигнализации и централизации могла бы начаться с осмотра прежде всего сигналов; желательно дожидаться их перевода, чтобы познакомиться с методом сигнализации, выяснив способ передачи (для сигналов чаще всего гибкая передача). После этого следует рассмотреть централизованные стрелки, способы их передвижения, выяснить тип передачи, следует попросить служащего открыть закрытые желоба с проводами, чтобы уяснить способы их расположения. Наибольший интерес представляет осмотр центрального поста; внизу обычно помещаются компенсаторы в виде тяжелых противовесов, натягивающих проволоки, вверху расположены стрелочные и сигнальные рычаги; обратите внимание на то, что некоторые рычаги не только нельзя иногда перевести, но не удастся даже нажать ручку, за которую берутся при переводе. Это значит, что рычаг заперт (при обычных условиях это бывает с сигнальными рычагами).

Если станция осматривается в свободное от поездов время, то сигналист может иногда показать действие рычагов, и в этом случае части экскурсантов следует посмотреть это действие, глядя на стрелки. Необходимо, однако, остерегаться централизованных стрелок, так как, если во время перевода в промежуток попадет нога, то она будет раздавлена (были случаи гибели людей при этом).

Если станция все время в работе, то можно выждать перевода, требуемого по условиям движения, и произвести уже «не опыт, а наблюдение».

Наконец, на пассажирской станции, а можно и на блок-посту, следует проследить операцию блокировки.

При отсутствии блокировки можно осмотреть жезловую систему и даже простую организацию телеграфных сношений.

Х. МАСТЕРСКИЕ И ПАРОВОЗНЫЕ ДЕПО.

1. Депо и его задачи.

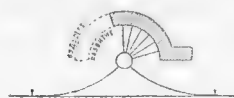
Паровозы и вагоны, находящиеся в постоянном движении, связанном с толчками, ударами, расшатыванием, истиранием всех движущихся частей, конечно, подвержены порче гораздо больше, чем неподвижные сооружения (мосты, здания, путь, полотно и т. д.) и потому подлежат особо частому и усиленному осмотру и ремонту.

Ремонт этот производится в местах, где паровозы и вагоны имеют продолжительную стоянку и где поэтому легче всего организовать ремонтные устройства.

Мы видели выше, что во время пути паровозы должны снабжаться водой и топливом, но даже и при таком снабжении паровозам необходимо давать периодический и притом довольно частый отдых для осмотра, чистки и мелких исправлений, без которых работа паровоза очень скоро привела бы к его полному расстройству.

Помещения для отдыха паровоза, соединенного с мелким ремонтом, называются паровозным депо или паровозными зданиями, разделяющимися на «основные» депо, которые считаются как бы постоянным жилищем данного паровоза и «оборотные», где паровоз останавливается как бы в гостинице на период между прибытием и обратным отправлением, если это сопряжено с длительным промежутком времени.

Приходя на отдых, паровоз, прежде всего, чистится, т.-е. выгребает в особые ямы под путем (так назыв. кочегарные ямы) золу и шлак из топки и зольника, затем набирает воду и топливо и отправляется в депо. Самое



Чер. 104.

депо представляет собой либо прямоугольное, либо, чаще всего, полукруглое здание (чер. 104) с рядом входящих в него через ворота путей; под путями устроены канавы (ямы) для того, чтобы можно было легче осматривать паровоз снизу, а также спускать из него воду и грязь; полукруглые так назыв. «веерные» депо—обычно сводят все пути к поворотному кругу, через который и подается паровоз. Каждый отдельный путь или участок его, равный длине паровоза, в здании называется стойлом и размеры зданий определяются числом паровозных стойл, т.-е. числом помещающихся в них паровозов. Паровоз, поставленный в паровозное здание, освобождается здесь окончательно от воды в котле и от остатков топлива и золы, подвергается тщательному осмотру и, если нужно, ремонту мелких частей, возможно без подъема паровоза, без разборки отдельных его элементов. Перед отправлением его в дальнейший путь паровоз наполняется водой и заправляется; операция эта при всей кажущейся простоте требует большой осторожности. Так, напр., до запол-

нения котла водой нужно тщательно проследить—не осталось ли там тряпок, бумаги, инструментов после чистки, так как эти материалы могут закупорить отверстия паровые, спускные и т. п. и вызвать этим взрыв; котел нужно налить раньше, чем начать растопку, и притом до надлежащего уровня, при этом приходится все время следить за показаниями приборов арматуры (См. Якобсон. Спутник кочегара). Для большей скорости растопки паровоза котел наливает горячей водой. Через определенные сроки (после 1.000 верст пробега) котел паровоза подвергается промывке для удаления пристающей накипи; в прежнее время промывка делалась холодной водой, что требовало большой затраты времени—около суток на охлаждение котла и $1\frac{1}{2}$ —1 сутки на промывку. В настоящее время во многих депо стали применять промывку горячей водой; при этом котел должен остыть только до температуры около 70—75° (вместо 150° в рабочем состоянии) и промывается горячей водой с температурой около 60°. При горячей промывке накипь удаляется гораздо легче, а общее время простоя под промывкой составляет 6—12 часов.

2. Мастерские и ремонт.

Кроме указанного нормального обслуживания, паровозы периодически подвергаются более крупному ремонту с детальным осмотром всех частей и сменой испорченных на новые. Ремонт этот разделяется на мелкий, средний и капитальный. Соответственно этому при паровозных депо, а иногда и отдельно, имеются мастерские малого и среднего ремонта, а иногда и капитального. Последние мастерские чаще всего выделяются в «главные мастерские», которые не только ремонтируют, но иногда и строят паровозы и вагоны.

Ремонт вагонов производится в таком же порядке. Мелкий ремонт ведется на специальных путях при депо легкими, переносными инструментами и орудиями (подвинчивание, смена буферов, крюков, полумашных тяг и т. п.); средний и капитальный—в особо оборудованных мастерских. Работа в мастерских для большей дешевизны и правильности строго специализирована; мастерские разделяются на отдельные «цехи», каждый из которых производит определенную работу. Главнейшие цехи паровозных мастерских:

1. Паровозно-сборная, где все отдельные части паровоза собираются вместе в целый паровоз.
2. Котельная, где ремонтируют, расклепывают, склепывают, и строят новые котлы.
3. Колесная, занятая ремонтом колес, обточкой изношенных бандажей, снятием и надеванием их, заготовкой спиц колеса, насадкой колес на оси и т. д.
4. Рессорная, ремонтирующая и строящая рессоры.
5. Токарно-механическая, где производится изготовление всех отдельных частей паровоза путем обработки их инструментами.
6. Кузнечная, где отдельные части проковываются и свариваются в нагретом состоянии.
7. Литейная, где производится литье отдельных частей.
8. Трубная для чистки и ремонта паровозных трубок.
9. Тендерная для ремонта и сборки тендеров, и другие.

При цехах обязательно должны иметься:

10. Магазины для хранения материалов, требующихся при ремонте.

Вагонные мастерские, в связи с характером их конструкции, состоят из других цехов или мастерских, а именно:

1. Вагонно-сборная мастерская, с задачами параллельными паровозо-сборной.
 2. Кузнечная
 3. Токарная
 4. Бандажная
- } с задачами, подобными тем же цехам в паровозных мастерских.
5. Дерево-обделочная, изготовляющая все деревянные части вагонов.
 6. Малярная для окраски частей и вагонов.
 7. Обойная.
 8. Магазины.

Все эти отдельные цеха располагаются друг относительно друга так, чтобы последовательная передача из цеха в цех была удобна, чтобы подача отдельных частей в сборную не требовала длинных передвижений.

По железнодорожным правилам, примерно, через каждые 24.000 — 36.000 или в среднем 30.000 километров пробега паровоз должен быть подвергнут среднему ремонту с так назыв. под'емкой, т.-е. приподниманием его над колесами помощью домкратов, кранов и т. п., продолжительностью около 14—20 дней и через каждые 120.000—150.000 километров пробега он попадает в капитальный ремонт, длящийся около 90 дней. Нормально же паровоз пробегает в год от 38.000 (для товарных) до 52.000 километров (для пассажирских); другими словами, каждые 3 года паровоз ремонтируется капитально и каждые 8 месяцев попадает в средний ремонт.

Задача. Расстояние между двумя основными депо 150 километров, число поездов в сутки товарных 15 пар и пассажирских 5 пар. Определите, сколько паровозов требуется для выполнения этой работы (учитывая годовые их пробеги), сколько добавочных паровозов будет находиться в среднем и в капитальном ремонте. Задача решается так: определяется, сколько километров проедут за год поезда туда и обратно, отдельно товарные и отдельно пассажирские; далее, по годовому пробегу паровозов определяют число паровозов; далее, по пробегу в 24.000 для товарных и 36.000 в год для пассажирских паровозов определяют число ремонтируемых средним ремонтом, но так как для каждого паровоза средний ремонт продолжается только 20 дней, то число паровозов в среднем ремонте получается меньше—в отношении $\frac{20 \text{ дней}}{365 \text{ дней}}$; точно также подсчитывается по соответственным нормам число паровозов в капитальном ремонте. Ремонтируемые паровозы присоединяются затем к общему числу.

Данная задача решается, следовательно, так:

$$15 \times 2 \times 150 \times 365 \left(\frac{1}{38000} + \frac{1 \times 20}{30000 \times 365} + \frac{1 \times 90}{120000 \times 365} \right) +$$

$$5 \times 2 \times 150 \times 365 \left(\frac{1}{52000} + \frac{1 \times 20}{30000 \times 365} + \frac{1 \times 90}{150000 \times 365} \right) = 62$$

Обычно по русским правилам число стойл для стоянки паровозов и их ремонта составляет около 60% от расчетного числа потребных для движения паровозов, при чем $\frac{2}{3}$ стойл строятся в основном депо и $\frac{1}{3}$ — в оборотных.

Справьтесь на экскурсии о числе приписанных паровозов и числе стойл и проверьте, соответствует ли это правилам. Справьтесь о числе пар пассажирских и товарных поездов и расстоянии между основными депо и проверьте, соответствует ли этому существующее число стойл? Обычно их не хватает до нормы.

Оборудование и работа мастерских в полном объеме, конечно, требует целых томов для описания, и мы остановимся здесь на наиболее интересных для экскурсанта операциях: это прежде всего литье, кузнечное дело и токарно-механическое.

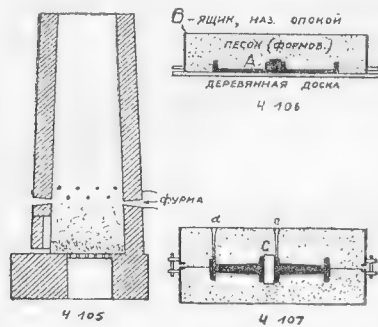
3. Литейная.

В литейной наибольший интерес представляет самый процесс литья. В особых печах, так назыв. вагранках, закладывают попеременно слои угля (кокса) и чугуна и затем поджигают; для усиления впуска кислорода внутрь вагранки (чер. 105) вдувается помощью горнов или особых насосов воздух через особые отверстия, называемые фурмами. Расплавляющийся чугун стекает на дно печи и здесь по мере надобности выливается наружу в особые ковши.

По мере плавки слои угля и чугуна продолжают накладывать сверху.

Другой способ плавки при помощи тиглей состоит в том, что тигель, представляющий особый глиняный сосуд ¹⁾, заполняется кусками чугуна, ставится в печь и окружается с боков углем. При такой плавке чугун не смешивается с углем. По расплавлению чугуна тигель особыми захватами вытаскивается из печи. Для отливки

предметов из чугуна заготавливают из особой, так назыв. формовочной земли (смесь песка и глины), формы для отливок.



Формы эти готовятся особыми рабочими — формовщиками. Для этого сначала изготавливаются деревянные формы — модели; затем деревян. половина модели А кладется в особый ящик, так назыв. опоку В (чер. 106), забиваемый формовочной землей; вторая половина модели формуются в

другом ящике, так назыв. верхней опоке; после этого деревянная модель вынимается, а обе опоки с набитой землей ставятся друг на друга так, что образуют пустоту в земле, по форме соответствующую модели (чер. 107); для устройства отверстия вставляют стержень С. Через особые отверстия в земле (d и e), доходящие до формы, — наливается из ковшей или тиглей жидкий чугун, заполняющий всю пустоту, и таким образом дающий точную копию модели. Когда чугун остынет, земляная форма разбивается и остается чугунная отливка. Качество формовки отражается на качестве поверхности модели, которую всегда приходится более или менее выглаживать. Литейный процесс очень красив и интересен; качество литья определяется составом чугуна и угля, температурой литья, количеством вдуваемого воздуха и т. д., а потому хороший литейный мастер должен быть теоретически и особенно практически прекрасно знакомым с химическими процессами при литье. Достаточно отметить, что примесь углерода в 0,6% превращает железо в сталь, а при 1,5—2% сталь уже превращается в чугун, при чем наличие большего процента — свыше 6% углерода делает чугун уже непригодным для применения в механизмах.

Чугун отличается от стали и еще более от железа своей хрупкостью, он плохо выдерживает удары и на растяжение работает вдвое хуже, чем на сжатие, а потому пригоден только для больших массивных частей, работающих на сжатие (подшипники, стойки, плиты подпорные), или частей, не несущих нагрузки (бухсы вагонов, трубы чугунные) и т. д. Части механизмов, усиленно работающие, готовятся из стали. Если из чугуна путем усиленного вдувания воздуха выжечь углерод, доведя его содержание до 1,5—2%, то получится так назыв. литая сталь, которая уже годится для большинства механизмов. Наконец, целый ряд элементов паровоза и вагонов делается из железа, отличающегося от стали и

¹⁾ Глина смешана с коксовым или графитовым порошком.

чугуна своей мягкостью, большим растяжением и ценным свойством—ковкостью (т.-е. способностью сплющиваться под ударами молота) и свариваемостью (способностью соединяться в горячем состоянии из двух кусков в один).

4. Кузница.

Работы по ковке и свариванию металла ведутся в «кузнице». Здесь мы встречаем: 1. Горн с поддувалом—для нагрева металлических частей до состояния каления.

2. Наковальни, т.-е. металлические столы, на которых производится ковка.

3. Молоты ручные или механические (паровые) для кования или сваривания посредством ударов по нагретым полосам железа.

Мелкие кузнечные работы очень часто приходится производить и при малом ремонте, часто даже на путях; для таких случаев имеются переносные горны.

Из формул для удара мы знаем, что после удара оба тела стремятся двигаться в направлении удара; при этом при неупругих телах происходит потеря энергии, уходящая на нагрев и деформацию тел. При ковке эта именно затрата для нас и важна, так как наша



Чер. 108.

задача состоит в наибольшем сплющивании (деформации) проковываемых нами тел. Наибольшая передача энергии на деформацию получается, когда наковальня неподвижна и когда вес ее очень велик по сравнению с весом ударяющего молота (т.-е. $Q_2 = \infty$) и равняется $\mathcal{E}_n = \frac{Q_1 V_1^2}{2g}$ ¹⁾. Вот почему наковальни делают всегда очень тяжелыми и на солидных фундаментах.

Задача: Определите на глаз скорость движения ручного молота (время, примерно, $\frac{1}{2}$ —1 секунда, а пройденный путь равен $\frac{1}{3}$ окружности радиуса, равного расстоянию молота от точки вращения в плече), и, зная вес его, найдите величину работы \mathcal{E}_n , затрачиваемой кузнецом на работуковки.

Для очень солидных предметов при ковке пользуются механическими средствами: паровыми, электрическими или гидравлическими молотами. На чер. 108 показан гигантский пресс-молот, обжимающий своим давлением железную трубу диаметром в 1 мт.

¹⁾ Проверить правильность этого можно двумя способами:

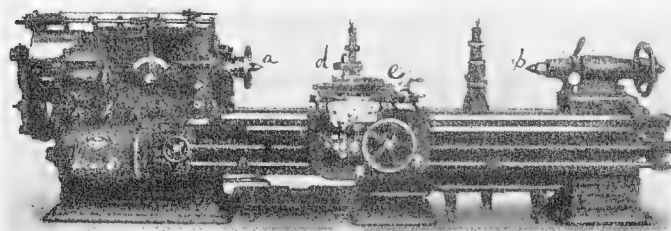
Графически: возьмите формулу $\mathcal{E}_n = \frac{Q_1 Q_2}{2g(Q_1 + Q_2)} (V_1 + V_2)^2$ примите Q_1 и V_1 за постоянную величину напр. $= 1$; $V_2 = 0$ и затем меняя Q_2 от 1, 2, 3 и т. д. посмотрите, как меняется кривая для \mathcal{E}_n в зависимости от Q_2 .

Аналитически: разделите числитель и знаменатель формулы на Q_2 , приняв $V_2 = 0$ тогда $\mathcal{E}_n = \frac{Q_1}{2g \left(\frac{Q_1}{Q_2} + 1 \right)} V_1$ при $Q_2 = \infty$, $\mathcal{E}_n = \frac{Q_1}{2g(0+1)} V_1$ т.-е. $\mathcal{E}_n = \frac{Q_1}{2g}$.

5. Токарно-механическая.

Наиболее разнообразный характер работ и станков для их исполнения представляет токарно-механический цех. Здесь готовятся все сложные элементы паровоза и вагона, здесь они обтачиваются в круглые формы, просверливаются, острачиваются, шлифуются, соединяются вместе, склеиваются и т. д. Для этой цели служит целый ряд самых разнообразных станков.

На чер. 109 показан обычный токарный станок. Он представляет собой два хорошо центрированных вращающихся острия a и b ¹⁾. Острие a вставляется в шайбу c и вращается вместе с нею при помощи ремня, надетого на шкивы станка, и так наз. передаточного вала.



Чер. 109.

Передаточный вал вращается движением парового или электрического двигателя (чер. 109). Между остриями a и b вставляется тот кусок металла, который подлежит обточке; со стороны a —кусок этот обхватывается осо-

быми захватами и прикрепляется наглухо к шайбе. Длина вытаскиваемой части ограничена расстоянием ab , при меньших размерах острие b может быть подвинуто на сколько нужно влево и закреплено здесь.

Самая обточка производится резцом d , который закреплен в так наз. суппорте e и может вместе с ним передвигаться. Передвижка суппорта сделана механической, так что при вращении обтачиваемой части одновременно вращается (но гораздо медленнее) бесконечный винт f и постепенно подвигает суппорт слева направо. Резец d срезает при вращении обтачиваемой части стружку, толщина, форма и ширина которой зависят от размера резца, формы его и его наклона. Регулировка всего станка производится целым рядом вращающихся рукояток и колес, которыми резец устанавливается, закрепляется, передвигается и т. д.

При крутом наклоне резца он снимает большие, грубые стружки, как говорится, «обдирает», наоборот, при другом расположении резец снимает очень тонкую стружку, почти «шлифует» предмет.

При определенной форме и расположении резец может делать канавки (если он неподвижен) или нарезать винтовую нарезку.

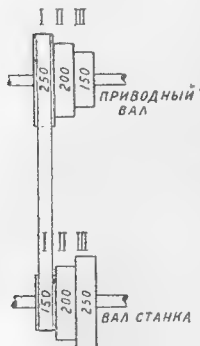
Очень интересно проследить токарный станок в работе. Иногда при очень тонкой и медленной стружке рабочий может оставлять станок на долгий срок даже без надзора или управлять двумя—тремя станками. Наибольшее время при точении затрачивается на установку предмета и смену резцов. Для облегчения этой работы суппорты устроятся поворотными с различными вставленными в них резцами (так наз. револьверный станок); поворачивая рычагом суппорт, можно быстро менять резцы.

Обратите внимание также на передачу движения от вала к станку; для этого на том и другом надето по несколько шкивов разных диаметров; перебрасывая ремень с одних шкивов на другие, мы меняем скорость вращения станка; один из шкивов на валу не прикреплен к валу, а свободно вращается на нем (так наз. холостой шкив); если перебросить ремень на него, то станок перестанет работать. Переброска ремня производится простой рукояткой.

¹⁾ Шпиндели.

Задача 1: Число оборотов передаточного вала 120 в 1 минуту: определить число оборотов токарного станка при перекидке ремня на чер. 110 на шкивы № № 1—1, 2—2 и 3—3.

Задача 2: Ход винта, передвигающего суппорт, составляет 12 мм; во сколько раз вращение этого винта должно быть медленнее вращения шпинделей (с обрабатываемым предметом), если нарезка винта на станке должна иметь 4 мм.



Чер. 110.

Передаточные колеса между токарным станком и винтом, подвигающим шпиндель, имеют соответственно 60 и 30 зубцов; на какую величину подвигается резец при одном обороте станка, если ход суппорта по винту имеет 12 мм.

Задача 3. Сила надавливания резца зависит от толщины стружки и ее ширины и приблизительно $=W$ килогр. $=K \sigma b$, где K : для чугуна \approx около 100, для ковкого железа \approx около 140, для стали \approx около 200; σ — толщина стружки в мм; b — ширина ее в мм.

Определить, какую работу должен произвести станок, чтобы обстругать за один раз чугунный вал диаметром в 200 мм при $\sigma=1,5$ мм, $b=3$ мм и длине вала в 2 м.

Определить, какую мощность должен иметь станок, если всю эту работу он должен произвести в 12 минут.

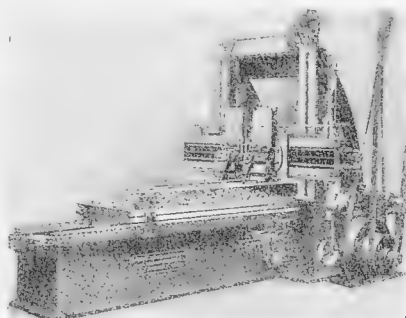
Обточка предметов вызывает сильное нагревание и их самих, и особенно резцов.

Для того, чтобы резец был твердым, он делается из твердой закаленной стали. Как известно, закалка стали достигается тем, что ее нагревают до высокой температуры и затем быстро охлаждают. Но если закаленную сталь вновь нагреть до очень высокой температуры, то закалка теряется и сталь опять становится мягкой. Эта потеря закалки начинается уже при температуре 150—300° и до нее резец доходит очень скоро, так как работа, затрачиваемая на снятие стружки, переходит в теплоту. Чем быстрее стружка, тем сильнее нагрев, и поэтому при старых резцах нельзя было вести скорость резания быстрее 200 мм в секунду (т.е. снимать в секунду стружку такой длины).

Тейлор, изучая вопросы ускорения работы и делая ряд опытов, нашел, что если к стали прибавить вольфрам и хром и закалять ее, нагревая до 900°, то такая сталь не отпускается (т.е. не теряет твердости) даже при температуре 600—700°; это позволило увеличить скорость резания в 2,5 раза (так наз. быстрорежущая сталь).

Другим типом станков является строгальный. Здесь обрабатываемый предмет лежит на площадке, которая движется взад и вперед, нажимаясь сверху одним или несколькими резцами (чер. 111).

Прострогав (как рубанок) полосу во всю длину, резцы передвигаются в бок, чтобы снять следующую стружку и т. д. Строгальные станки обрабатывают таким образом плоские предметы или выстрагивают в них желобки разной длины и глубины, для чего резцы могут опускаться ниже и выше. Существуют и другого рода станки, в которых предмет лежит неподвижно, а движется взад и вперед резец. Скорость передвижения и здесь регулируется ременной передачей (ясно видной на



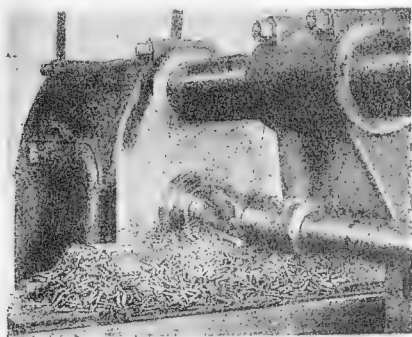
Чер. 111.

чертеже), а глубина и вид стружки—передвижкой резца и соответственной его формой.

Совершенно другой принцип остружки дают так наз. фрезерные станки (шарошки) (см. чер. 112). Здесь резец представляет собой остро оточенное косое зубчатое колесо, которое, вращаясь, врезывается в остругиваемый предмет и дает мелкие стружки, совершенно иной формы. Ширина зубчатого колеса (фрезера) иногда позволяет острогать всю поверхность с одного раза; таким образом, фрезерная работа может быть произведена гораздо быстрее, чем строгальная, и обладает гораздо большей точностью.

На чер. 113 показана работа фрезером, расположенным по вертикальной оси и обрабатывающим осевые буксы.

Наконец, упомянем еще сверлильный станок (чер. 114), просверливающий дыры и углубления, размер которых определяется формой и раз-

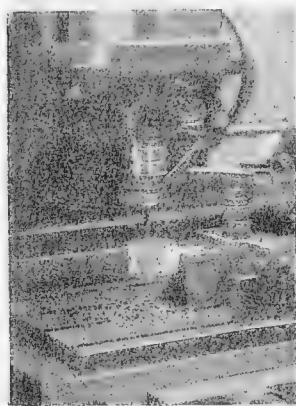


Чер. 112.



Чер. 113.

мерами сверла. Сверло одновременно вращается и опускается, при чем быстрота опускания зависит как от скорости вращения, так и от твердости материала. Если при твердом материале опускать сверло слишком быстро, то оно легко может сломаться.



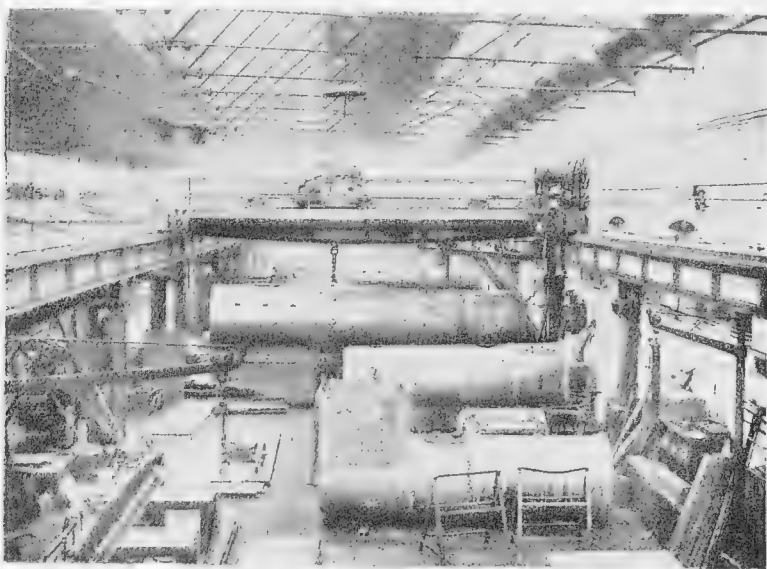
Чер. 114.

Кроме указанных станков, можно найти в мастерских ряд других, например, пилы для металла, шлифовальные машины, давяльные машины (для пробивки дыр), работающие, как пресс, штамповальные, которыми выдавливается (тоже помощью пресса) определенная форма из железного или стального листа, ножницы или машина для разрезки и обрезывания металла, токарные станки для обточки бандажей колес, гидравлические прессы для насадки колес на оси (которая делается в холодном состоянии) и т. д.

При работе в мастерских приходится иметь дело иногда с очень тяжелыми предметами, передвижка которых вручную в большинстве случаев совершенно невозможна; поэтому организация передвижки—организация транспорта в мастерских—имеет очень большое значение для быстроты работы.

Одним из наиболее употребительных является так называемый катучий кран, показанный на чер. 115 (в котельной мастерской Северо-Восточной жел. дороги в Англии). Кран представляет балку, лежащую вверху мастерских поперек всего помещения и могущую катиться по рельсам, уложенным на выступах продольных стен; поперек катучей

балки движется лебедка, которая поднимает нужный предмет вверх, передвигается затем вместе с катушей балкой вдоль мастерской и спускает, где требуется, поднятый предмет, при чем может подвинуть его направо или влево поперек помещения. На чертеже виден под'ем целого



Чер. 115.

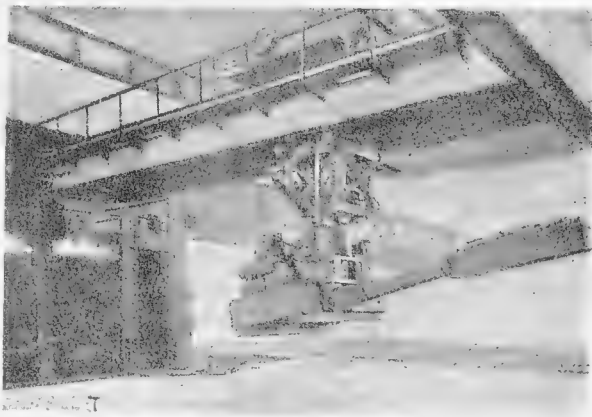
паровозного котла. Здесь же впереди катушего крана видны простые поворотные краны с блоками и цепями для малого перемещения менее тяжелых предметов, производящегося вручную.

На чер. 116 показано перемещение подобным же краном так наз. механической руки, которая, выдвигаясь, всовывает в печь предметы, требующие нагрева, вынимает их назад, поворачивается, наклоняется и передает переносимые предметы, куда это требуется.

Очень часто применяется также подвесная дорога системы Тельфера а также магнитные под'емные краны.

Наконец, в наших мастерских часто еще встречается и перевозка на ручных тележках.

Правильная организация транспорта, удобная последовательность операций, умелый выбор подходящих инструментов и создание хороших машин—резко улучшают и удешевляют производство, и потому идея так наз. Научной Организации Труда (НОТ) зародилась раньше всего в механических мастерских. В то время как Тейлор обратил особое внимание на правильную организацию, умелое распределение труда, хорошую подготовку и отточку резцов, нил и т. п. специальными лицами, пра-



Чер. 116.

вильное размещение рабочих по отношению к станкам, инструментам и т. п. так, чтобы свести к минимуму потери на поворот, протягивание руки, наклон тела и т. п., Форд в своем автомобильном деле, наоборот, больше внимания уделил созданию хорошего транспорта и специальных машин, проделывающих возможно быстро самые сложные операции. Так, например, его транспорт состоит из бесконечных, непрерывно движущихся транспортеров и подъемников, на которые рабочий кладет и с которых снимает нужные для обработки предметы. Предмет, таким образом, движется все время в одном направлении, подвергаясь по дороге различной обработке, пока, наконец, с другой стороны завода не выкатывается готовый автомобиль (в минуту по 3 автомобиля). С другой стороны, у него имеются сверлильные станки, просверливающие одновременно в одной части до 60 дыр разных размеров и в разных направлениях.

Наконец, очень важной мерой ускорения и удешевления постройки паровозов и вагонов и их ремонта является так наз. стандартизация отдельных частей, т.-е. применение возможно большего числа одинаковых типов целых конструкций или отдельных частей.

Форд, например, строит свои автомобили так, что каждая часть в нем может быть в любой момент заменена другою без всякой поправки, прилаживания и т. п.; наряду с этим у нас имеется пока громадное количество серий паровозов, каждый из них почти индивидуален и ремонт его является также индивидуальным. Постепенное применение стандартизации, начатое в Екатеринославских мастерских, постепенно, однако, распространяется и у нас и делает все большие и большие успехи.

Экскурсию в депо или мастерские можно провести следующим образом. В каждом большом узле всегда найдутся мастерские среднего ремонта. Начать можно с депо, где легко видеть операции с паровозами, осмотреть его, кочегарные ямы и т. д.

Затем следует перейти к операции подьмки, при чем желательно видеть самую операцию.

Переходя к самым мастерским,—познакомиться заранее с их планом и разделением, начать с литейной, где было бы интересно проследить процесс отливки, перейти в кузницу и затем уже в механическую или деревообделочную мастерскую.

Здесь можно начать с распределительного вала, к которому идет ремешная передача от всех станков, просмотреть ход передачи на одном из станков и проследить работу трех главнейших типов станков: токарного, строгального или фрезерного и сверлильного. Не следует разбрасываться по всем видам работы и всем цехам, так как это поражает; но в то же время притупляет внимание слушателей.

Необходимо иметь в виду, что экскурсию внутрь мастерских можно вести только небольшими группами и хорошо подготовив слушателей заранее, чтобы слушатели, даже не слыша за шумом объяснений преподавателя, могли разобраться в процессе. Необходимо обратить внимание на мощность некоторых работ (напр., обточка бандажей, насадка их на спицы, насадка колес на ось, подьм больших тяжестей), выяснить скорость вращения и резания, собрать и затем уже в классе обследовать типы и поперечные сечения стружек, осмотреть внутренний транспорт (катушечные краны, подьмники и т. п.). Желательно заранее познакомиться преподавателю через Завед. мастерскими с элементами нотизации, проводимыми в мастерских и достигнутыми результатами и обратить на это внимание учащихся; желательно также отметить изобретения местных рабочих. В некоторых мастерских могут иметься хорошие устройства по гигиене рабочих, напр., раздевальни, умывальные, сушилки для

платя и т. п., которые в этом случае следует продемонстрировать. Во всяком случае желательно обратить внимание на различную тяжесть и опасность работы в отдельных цехах (жар в литейной и кузнице, ожоги, быстрота движущихся частей несчастные случаи и т. д.).

XI. ЦЕНТРАЛЬНЫЕ (СИЛОВЫЕ) СТАНЦИИ.

1. Выгоды центральных станций.

Общий закон промышленности говорит, что маленькие машины и производители энергии менее экономичны, чем большие. Причины этого вполне понятны.

1. Если, например, диаметр котла увеличить вдвое, то размеры его, стоимость и поверхность увеличатся также вдвое, а объем вмещаемой воды—вчетверо; на единицу веса воды стоимость, следовательно, уменьшится вдвое; кроме того, и поверхность остывания на единицу веса воды уменьшится также вдвое.

2. В технике доказывалось, что жесткость балки пропорциональна величине bh^3 , где b —ширина, а h —высота балки; увеличивая h —вдвое, мы тратим вдвое больше материала, а в то же время увеличиваем допускаемую нагрузку в $2^3=8$ раз, т. е. выигрываем на единицу нагрузки в $\frac{8}{2}=4$ раза.

3. Изготовление мелких частей требует от рабочего сравнительно большей затраты времени.

Это положение приводит к тому, что промышленность старается укрупнять предприятия с тем, чтобы ставить все более и более сильные машины, котлы и т. п.

Рассматривая каждый процесс, мы можем различить в нем: а) производителя энергии (напр., ручная работа человека, работа лошади, паровая машина и т. д.), б) самый рабочий механизм, являющийся как бы преобразователем этой энергии (напр., движение цилиндра превращается во вращение сверлильного станка или в передвижение груза катучим краном и т. п.) и в) потребителя энергии, т. е. тот предмет, который мы изготовляем и на который тратим работу (напр., расклевывание или прокатка железных листов, распилка или острагивание металлических частей и т. п.).

В простейших процессах эти три, или по крайней мере два, элемента часто неразделимы; напр., человек, работающий руками, является и производителем энергии и механизмом, но, по мере развития культуры, элементы эти начинают разделяться друг от друга. Особенно большое значение имеет выделение производителя энергии или так называемого генератора, так как здесь мы достигаем наибольшей экономии в создании мощных машин и котлов.

Для возможности такого выделения необходимо уметь создать передачу энергии от генератора к преобразователю энергии—машине.

В мастерских мы уже видели, как создается эта передача—общий двигатель имеет особый передаточный вал, который и раздает энергию движения помощью ремней по отдельным станкам.

Еще проще конструкция при электрической энергии; здесь мы ставим небольшие двигатели при каждом отдельном станке, а энергия к ним подается помощью провода от динамомашин.

Все указанные соображения о выгодности мощных производителей и о найденных уже методах передачи энергии приводят за последнее время к созданию особых «центральных» силовых станций, раздающих

создаваемую ими энергию по отдельным станкам, а часто и по отдельным разбросанным учреждениям. Наиболее удобной передачей является, конечно, электрическая, так как она гибче всего и меньше всего теряется при передаче.

Пусть выяснено, что мастерская имеет 10 станков, каждый станок потребляет по 5 сил, что таких мастерских имеется 4; общая мощность, необходимая для работы, составляет $10 \times 5 \times 4 = 200$ сил; предположим, что малая установка в 5 сил расходует топлива в час 1 килограмм на силу, а мощная установка в 200 сил только 0,4 килограмма, при чем при передаче энергии теряется 20% ее. Тогда, строя 40 отдельных генераторов по 5 сил, мы будем расходовать по $40 \times 1 \times 5 = 200$ килогр. топлива, тогда как при одной станции в 200 сил мы будем расходовать $200 \times 0,4 \times 1,20 = 96$ килограммов, т.-е. вдвое меньше; считая килограмм угля в 2 коп., мы получаем экономию по $(200 - 96) \times 2 = 2$ руб. 8 коп. в час или, при непрерывной работе станции, $2,08 \times 24 \times 365 = 18.200$ рублей в год.

Отсюда ясна выгодность организации центральных станций, но, конечно, при условии большой их мощности и непрерывности их действия.

2. Источники энергии.

Первоначальным источником всякой энергии на земле является солнечная теплота. Но хотя и делаются попытки (и не без успеха) построить непосредственные солнечные двигатели, которые, отражая зеркалами солнечное тепло, концентрируют его и нагревают воду или более легко испаряющиеся жидкости, промышленного развития эти опыты еще не получили и потому промышленность использует солнечную энергию в ином виде, — накопленном животными, растениями и водою.

Растения, отлагающие в себе углерод при помощи солнечной теплоты, сгорая, дают нам дровяное топливо для машин, животные отдают свой углерод путем непосредственной работы; одна из теорий происхождения нефти предполагает, что нефть имеет животное происхождение. Вымершие растения в болотах, превращаются в торф, а затем под большим давлением — в бурый и каменный уголь, которые обладают большими теплотворными способностями, чем дрова.

Наконец, испарения морей и океанов создают реки и водонады, и эта энергия движущейся воды может быть также использована, как источник работы, как генератор, равно как и движение воздуха, т.-е. ветер.

Таким образом, в настоящее время мы имеем главным образом два источника энергии: а) топливо, в виде дров, угля, нефти, торфа, б) движение воды или так называемый белый уголь и изредка (в небольших установках) движение воздуха, т.-е. ветер.

3. Паровые установки.

Первоначальное использование топлива происходило в виде паровых машин, как механизма движущего, и паровых котлов, как генераторов энергии, при чем обычно паровая машина и паровой котел для уменьшения передаточных потерь ставились рядом друг с другом (паровоз, локомобиль, паровая машина и котлы парохода или фабрики, завода, мастерских). Передача и распределение энергии по отдельным механизмам в этом случае, как мы видели в мастерских, производится распределительным валом с ремнями.

Возможна, однако, передача пара и на более далекие расстояния для питания им отдельных машин. Мы видели, например, такую передачу в бестопочном паровозе; в некоторых случаях встречаются паровые трубы,

распределяющие пар на несколько мастерских. Далекая передача пара, в виду больших его потерь (охлаждение, расширение, удары при поворотах и т. д.), однако, не имеет распространения.

Создание пара в паровых котлах может быть произведено любым видом топлива: уголь, дрова, торф, нефть и т. д.; при этом расход топлива зависит от качества топлива (его теплотворной способности) и качества котла (его умелой конструкции).

Устройство неподвижного котла центральной станции позволяет значительно улучшить его конструкцию по сравнению с движущимся котлом паровоза. Такой котел может получить большие размеры, так как он не стеснен ни габаритом, ни вопросом устойчивости, и при этом обходится дешевле на единицу получаемого пара; он может быть окружен теплопроводным кирпичем и, таким образом, сильно уменьшить потери на внешнее охлаждение, он может лучше использовать отходящие газы, употребив их на нагрев питательной воды, и таким образом, питаясь уже



Чер. 117.

горячей водой, уменьшить расход топлива (паровоз этого сделать не может, так как он не может возить с собой таких запасов воды); наконец, в нем гораздо лучше может быть сконцентрирована точка в смысле непрерывной подачи без охлаждения на время открывания заслонки и в смысле более равномерного сгорания топлива.

На чер. 117 показано устройство мощной паросиловой станции; здесь можно рассмотреть целый ряд замурованных котлов и ряд труб, по которым подается в печи топливо.

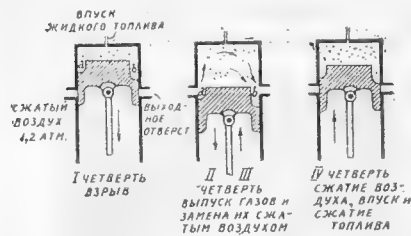
Паровые машины центральных станций также отличаются большими размерами по сравнению с подвижными паровыми машинами паровоза.

Здесь также применяется ряд мер, делающих их значительно более экономными, чем малые машины. Так, например, здесь выходящий пар часто попадает в так называемый холодильник, где, благодаря осаждению (конденсации) пара создается разреженное пространство, и таким образом противодействие выходящего пара еще более понижается; применение системы компаунд здесь также гораздо шире и доходит до тройного расширения, что также понижает расход пара на силу в час. Благодаря всем этим улучшениям, полезное действие больших паровых установок значительно возрастает. Если полезное действие паровозной машины

составляет около 6% и максимум до 10% затраченного тепла, то полезное действие большой постоянной машины доходит до 12—20, при этом полезное действие котла составляет около 0,7%, машина же дает около 0,17—0,30; общее полезное действие дает $0,7 \times 0,17$ до $0,70 \times 0,30 = 0,12$ —0,20.

4. Тепловые двигатели.

Совершенно на ином принципе построены так называемые тепловые двигатели—дизель-моторы. В них нет перевода тепла в пар, а пара в двигатель, в них жидкое или газообразное топливо непосредственно сгорает (взрывается) в цилиндре машины и резкое расширение газа при горении приводит поршень в движение.



Чер. 118.

Принцип Дизеля, так называемый двухтактный двигатель, работающий на нефти, состоит в том, что под поршень имеющий два уступа *a* и *b* выпускается сжатый воздух (чер. 118) под давлением 1,2 атмосфер, который, при дальнейшем движении еще сжимается примерно до 30 атмосфер; когда поршень дошел почти до конца, в этот сжатый и сильно нагретый от сжатия (до 700° С) воздух выпускается струя распыленной нефти, которая загорается, благодаря высокой температуре, и действием расширения горячих газов толкает поршень; на половине хода поршня открывается, благодаря уступу *b*, выходное отверстие, газы выходят наружу, следом за этим уступ *a* открывает вход сжатому воздуху, и пространство под поршнем заново заполняется вновь сжатым свежим воздухом, выгоняющим остатки отработавших газов. При дальнейшем обратном ходе воздух вновь сжимается до 30 атмосфер, в него выпускается нефть и загорается от высокой температуры и т. д. Благодаря тому, что теплота здесь переходит прямо в движение, без промежуточного процесса парообразования, дизель-моторы являются более производительными, чем паровые машины, и дают больший коэффициент полезного действия, достигающий до 33%.

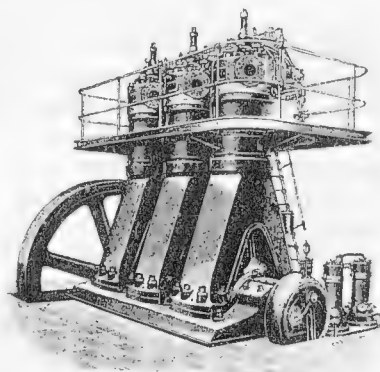
На чер. 119 показан общий вид трехцилиндрового Дизель-мотора на 600 лошадиных сил.

На таком же принципе непосредственного сгорания под поршнем построены и газовые двигатели; кроме так называемых двухтактных двигателей, при этом применяются еще так называемые четырехтактные двигатели с иным принципом движения, показанным на чер. 120.

Первый такт движение поршня вперед, при чем через клапан *a* всасывается газ, смешанный с воздухом.

Второй такт - возвратное движение поршня и сжатие газа до большого давления, а вместе с тем и повышение температуры.

Третий такт состоит в движении поршня вперед под давлением взрыва газа, происшедшего от пропуска электрической искры.



Чер. 119.

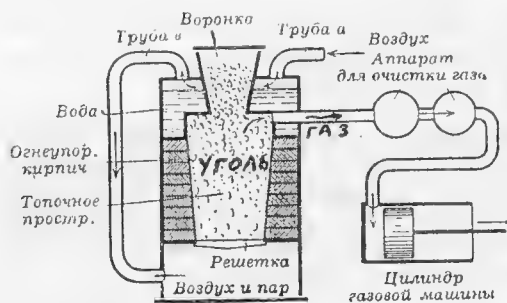
Четвертый такт—обратное движение поршня и выталкивание продуктов горения внаутрь через клапан *В*, затем следует всасывание и дальнейшее повторение всего процесса.

Газовые двигатели имеют также высокий коэффициент полезного действия.

Достоинства газовых двигателей привели к тому, что во многих случаях (особенно при небольших мощностях) оказалось выгодно превращать сначала уголь в газ, который и применять для двигателя.

Несмотря на некоторую потерю, в общем, все-таки процесс является выгодным. Такие двигатели называются газо-генераторными.

На чер. 121 показана схема такого газогенератора. Уголь горит при неполном доступе воздуха в так называем. генераторе; полученный газ (окись углерода) проходит в очиститель газа и оттуда уже поступает в двигатель.



Чер. 121.

На целом ряде станций в мастерских, на водокачке, на станции электрич. освещения можно встретить паровые котлы с паровой машиной, дизель или газогенераторный двигатель.

Все эти системы, при непосредственном применении к движению станков и механизмов, страдают, однако, большим недостатком: передача движения производится ремнями, либо цепями или канатами, а такая передача не может действовать на далекие расстояния.

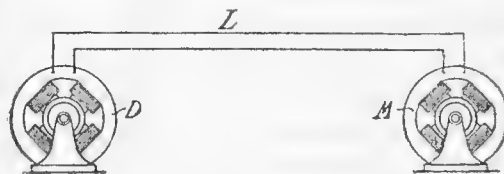
Электричество помогло решению этой задачи.

5. Паро-электрические установки.

Электрический ток может передаваться с очень малыми потерями на очень большое расстояние, а потому электрические станции могут обслуживать, не стесняясь расстоянием, гораздо большее число механизмов. Другим достоинством электрического двигателя является возможность легкого его включения и выключения из работы, что труднее сделать с газовыми и тепловыми двигателями и очень трудно с паровым, который при остановке все же постепенно накапливает пар и при долгой остановке должен выпускать его, чтобы не рисковать взрывом, или же приостановить топку котла. Но электричество не создается само собой, требуется либо химический, либо механический процесс для его создания. В промышленности чаще всего пользуются механическим процессом. Как известно, идея электрической машины, так называемой динамомашины, состоит в том, что если привести во вращение (или вообще в дви-

жение) проволочную обмотку ¹⁾ вблизи магнита, то действие магнитных сил на движущуюся проволоку создаст в ней электрический ток, который мы и можем использовать, пропустив его по проволоке. Обратно, если пропустить электрический ток по проволочной обмотке, якоря мимо магнитов, то магниты начнут отталкивать от себя этот якорь, и он придет в движение, т.-е. станет двигателем. Эти основные законы, конечно, знакомы учащемуся 8 и 9 группы 2-ой ступени и потому мы на них не останавливаемся.

На чер. 122 показана схема передачи электрической энергии: D — динамо-машина, приводимая в движение каким-либо постоянным двигателем, L — провода электричества — прямой и обратный, M — мотор, т.-е. электрический двигатель, приводящий в движение какой-либо станок, кран, насос и т. п.



Чер. 122.

Процесс как будто бы осложняется. Мы должны иметь паровой котел, паровую машину, приводящую в движение динамо-машину, которая создает электричество, электричество передается по проводу и движет мотор, который, в свою очередь, приводит в движение станок. Но, несмотря на такое количество передач, все же иногда бывает выгодна такая система, так как она позволяет создать одну мощную станцию вместо целого ряда отдельных мелких станций, разбросанных в разных местах и требующих большого надзора и дорогой эксплуатации.

Задача: На железнодорож. мастерских, а также для водоснабжения и освещения требуется установка 5 станций по 20 сил; не выгоднее ли заменить их одной пароэлектрической в 100 сил, если известно, что малые станции тратят по 1 килогр. топлива на силу в час, а большая только 0,5 килогр., при чем, однако, при превращении энергии в электрическую и при передаче ее в моторы, теряется 25% энергии.

Решение:

в 1-м случае требуется в час $20 \times 1 \times 5 = 100$ килогр. топлива,

во 2-м — $0,5 \times 100 \times 1,25 = 62,5$ килогр. топлива.

При этом обслуживании, а, может быть, и установка в 1-м случае обойдется несомненно дороже, чем во втором.

Необходимо отметить, что энергия электрическая измеряется обычно электрическими единицами, а именно килоуаттами. 1 килоуатт-час = 1,36 лошадиных сил в час.

6. Паро-турбинные станции.

Значительное улучшение получили паро-электрические установки с изобретением так называем. паровых турбин. В паровой турбине (чер. 123) пар непосредственно вращает лопастное колесо, ударяя в его лопасти и тратя таким образом свою живую силу на вращение. Коэффициент полезного действия паровой турбины выше, чем паровой цилиндрической машины; кроме того, турбина может быть посажена на одну ось с динамо-машиной, а, следовательно, устраняет всю рычажную передачу (шатун и мотыль).

¹⁾ Так наз. «якорь».

7. Гидро-электрические станции.

Пользование водными двигателями непосредственно на ж.-дор. станциях может иметь место только в немногих случаях, когда станция находится при самой реке. Чаще, хотя в русских условиях мы еще не имеем примеров для жел. дорог, могут иметь место так называемые гидро-электрические установки. В них обычно применяются водяные турбины, т.-е. лопастные колеса того же типа, что и паровые турбины, приводимые в движение водою и соединенные с динамо-машинами.

8. Электрификация ж.-дор. мастерских.

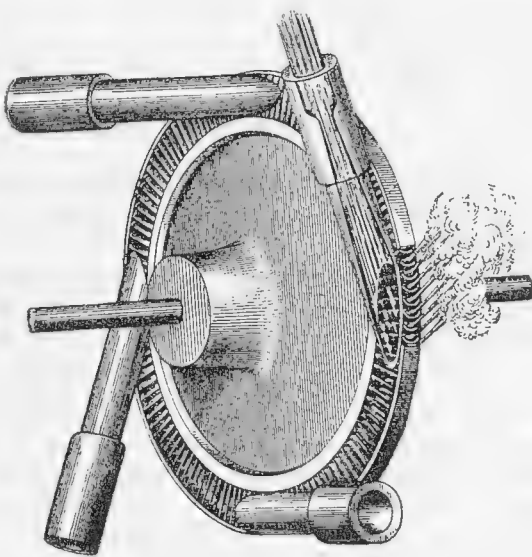
Выгоды электрического тока настолько велики, он так упрощает установку станков и механизмов и работу с ними, так облегчает работу, позволяя включение и выключение в любой момент, что в настоящее время стоит на очереди вопрос об электрификации ж.-дор. мастерских и вообще жел.-дор. станций. Особенно легко сделать это там, где имеются крупные электрические станции или ожидается их постройка. В этом случае достаточно сделать соответствующую проводку, а в более сложных случаях построить так называемую подстанцию.

В связи с общим вопросом электрификации СССР и постройкой ряда крупных электрических станций (Каширская, Шатурская, Волховстрой и, в будущем, Днепрострой, ряд Закавказских станций и т. д.), вопрос об электрификации станционных устройств и, в первую

очередь, мастерских, во многих случаях близок к реальному его разрешению. Так, например, под Москвой уже реально поднят вопрос об электрификации пригородных участков, в Ленинграде он возникнет по окончании Волховстроя, на юге России с постройкой станции у Днепро-ских порогов.

Экскурсии. Приведенные сведения о центральных станциях не дают возможности полной проверки на экскурсиях. В большинстве случаев на русских дорогах имеются не полные, а лишь частичные типы станций, например, электрическая—для освещения или паросиловая—для мастерских. В зависимости от наличия того или иного типа меняется и характер экскурсии.

Начиная желательнее с источника энергии—генератора, сравнить паровые котлы с паровозами и выяснить их различие, проследить процесс топки, забрасывания топлива, выяснить опросом примерный расход, выяснить, имеется ли холодильник, какие способы питания водою и т. п.; от парового генератора—перейти в паровой машине или динамо. В постоянной паровой машине опять-таки следует привести сравнение с паровозом, обратить внимание на регуляторы движения (регулятор Уатта и



Чер. 123.

маховое колесо), отличающие постоянную машину от паровой, проследить дальнейшую передачу движения к станкам. На большинстве железнодорожных станций можно найти небольшой дизель (напр., на водокачках); следует познакомиться с его работой. Наконец, переходя к электрической станции, опять-таки следует обратиться прежде всего к генератору, затем к способу передачи энергии, к динамо-машине, наконец, от динамо-машины к двигателям или к освещению.

Одновременно следует вспомнить законы электрического тока, принципы его создания, выяснить, постоянный ли ток или переменный, обратить внимание на коллекторы и их устройство, на рубильники и вообще на распределительную доску.

Сравнив сведения о среднем расходе топлива и о мощности силовой станции, можно предложить учащимся определить средний коэффициент полезного действия, учитывая по Hütte среднюю калорийность топлива.

XII. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТА.

I. Задачи и экономика транспорта.

Результаты экскурсий позволяют нам сделать целый ряд выводов.

Прежде всего, в чем же состоит задача железнодорожного предприятия?

Транспорт как будто бы не есть промышленность, он не создает новых ценностей, но если приглядеться поближе, то легко видеть, что потребительная ценность продукта, благодаря транспорту, возрастает. Целый ряд продуктов совсем не производится в данном районе или стране, и только благодаря транспорту они становятся в ней предметами потребления. Как предприятие, транспорт преследует цели не удешевления производства продукта, а удешевления его на месте потребления; основной целью является таким образом максимальное удешевление перевозки. Для целого ряда перевозок к этому присоединяется еще и возможное ускорение перевозки, как, например, для пассажирского движения. Если вдуматься глубже, то ускорение в конце-концов есть то же удешевление; время пассажира—как работника—имеет свою ценность, и ускорение движения есть уменьшение потери этой ценности в период передвижения; для других продуктов скорость важна в смысле предохранения их от порчи (напр., фрукты), т.-е. опять-таки в смысле уменьшения расхода при перевозке. Скорость и стоимость перевозки, однако, находятся почти в прямой зависимости, увеличение скорости обычно сопутствует и увеличению стоимости; а потому естественно, что для перевозок, в которых скорость не имеет большого значения, выгоднее понижать скорость с целью удешевления перевозки. Это приводит нас к трем видам движения: пассажирской скорости, большой и малой скорости, в которых, последовательно, уменьшается скорость и вместе с тем стоимость перевозки.

Стоимость железнодорожной перевозки складывается из трех основных элементов: 1) оплаты $\%$ и погашения строительного капитала; 2) стоимости содержания дороги, независимого от размеров движения и 3) стоимости самой перевозки, пропорциональной размеру движения.

Пусть, напр., дорога стоит по 100.000 руб. за версту, проценты на капитал с погашением составляют 6% , постоянное содержание обходится 3.000 руб. с версты и стоимость самой перевозки $1/150$ коп. с пуда или $1/15000$ руб. с пудо-версты.

В этом случае при перевозке ежегодно по 50 миллионов пудов на каждую версту мы израсходуем $100.000 \times \frac{6}{100} + 3000 + \frac{50.000.000}{15.000} = 12.333$ руб., или на каждую пудоверсту $\frac{12.333}{50.000.000} = 0,00024$ рубля или $1/40$ коп. с пудо-версты. Чтобы не быть в убытке, дорога должна установить, следовательно, тариф не ниже $1/40$ коп. с пуда.

Если предположить теперь, что дорога везет не 50, а 100 миллионов пудо-верст на версту в год, то расход ее составит: $\frac{100.000}{100} \times 6 + 3.000 \times \frac{100.000.000}{15.000} = 15.666$ руб. или на пудоверсту $0,00016$ руб. — $1/62$ коп. с пудо-версты.

Из этого примера видно, что чем больше дорога везет, тем дешевле она может брать за провоз, а это в свою очередь повышает благосостояние всего населения, удешевляя для него продукты потребления; наоборот, при малой перевозке цена становится настолько высокой, что население перестает перевозить мало-ценные продукты, обращаясь к другим методам передвижения или даже совсем отказываясь от их использования. Так, например, до постройки железных дорог Московская, Тверская и даже Ленинградская губернии жили своим черным хлебом; после же постройки, с удешевлением подвоза, они перешли к южному белому хлебу, уменьшили запашки и занялись усиленно промышленностью; точно так же, за отсутствием угля, фабрики топились дровами и постепенно истребляли леса; если бы не подоспели железные дороги, то фабрики должны были бы приостановиться; такое положение имело место на Урале, где фабричная промышленность, за истреблением леса в ближайших районах, стала падать.

Мы видим таким образом, что железная дорога имеет громадное влияние на жизнь края и тем больше содействует его развитию, чем дешевле перевозит.

Задача удешевления перевозки является, таким образом, одной из первых, но решение ее не так просто. Так, например, с первого взгляда можно было бы подумать об удешевлении постройки, но большая стоимость постройки происходит от устройства пологих уклонов (что связано с большими земляными работами), от укладки сильных рельс; и то, и другое позволяет уменьшить расходы по самой перевозке, и потому есть пределы такого уменьшения строительной стоимости.

Возьмем, например, другую, более дешевую дорогу, стоимостью в 50.000 руб. за версту; содержание ее пусть будет 2.000 руб. в год, но зато сама перевозка, благодаря более крутым уклонам, более легким поездам, составит $\frac{1}{7500}$ руб. с пудо-версты; проверив эту дорогу на полную стоимость перевозки, мы получим для 50 миллионов:

$$50000 \times \frac{6}{100} + 2000 + \frac{50.000.000}{7500} = 11666.$$

для 100 миллионов:

$$50000 \times \frac{6}{100} + 2000 + \frac{10.000.000}{7500} = 18200.$$

Сравнивая с 1-ой дорогой, мы видим, что при 50 миллионах выгоднее: 2-ая дорога $11666 < 12333$, а при 100 мил. выгоднее: 1-ая дорога $18200 > 15666$.

Мы получаем отсюда вывод, что чем больше перевозки по дороге, тем солиднее она должна строиться; чтобы удешевить перевозку.

Задача: Постройте полный расход по перевозке для обеих дорог в виде кривых, откладывая по оси X грузообороты 0, 25, 50, 100 и 150 миллионов, а по оси Y —полную стоимость; какие кривые вы получите, где они пересекаются, при каком грузообороте дорогая дорога перевозит дешевле дешевой.

Точно так же влияет стоимость постройки и на ее содержание; железный мост дороже деревянного, но содержание его дешевле; он может стоять без смены 50—60 лет, тогда как деревянный выдерживает не более 10—15 лет; точно так же обстоит дело с деревянными и каменными зданиями и т. п. Все это приводит к тому, что дороге до постройки необходимо уже учитывать возможный размер перевозки и сообразоваться с ним по своей стоимости. Направления, где нельзя ожидать больших перевозок, могут обслуживаться дешевыми дорогами в 50—30.000 руб. за версту—так назыв. второстепенными и пионерными (в новых малокультурных еще районах); при нормальной перевозке—около 60—70 миллионов пудо-верст на версту—нужно строить нормальные дороги около 80—100.000 руб. за версту, а при особо густых—строить так назыв. сверх-магистралей стоимостью 150—200.000 руб. за версту.

Такая дорога намечается, например, из Донецкого бассейна к Москве для перевозки угля.

Но уже и на построенной дороге можно вводить ряд улучшений, удешевляющих эксплуатацию. Одним из таких средств является увеличение размера поезда и его нагрузки. Еще недавно состав поезда не превышал 40 вагонов, а средняя нагрузка составляла около 20.000 пудов.

В настоящее время составы груженых поездов доводятся до 60 и даже 75 вагонов, а порожних до 100—120, и вес поезда доходит до 80—90 тыс. пудов. Такое увеличение требует, однако, сильных паровозов и сильных рельс и потому может вводиться только с одновременным усилением этих двух элементов.

2. Организация дороги.

Правильная организация работы служащих имеет также громадное значение для удешевления стоимости. Неудачная организация приводит к излишней затрате времени, к излишним служащим и к удорожанию производства. Попробуйте проследить работу стрелочника входной стрелки на малой станции, вы увидите, что он становится на стрелке за 1—2 часа до поезда; опоздание поезда заставляет его ожидать; в перерывах между поездами он часто имеет большие промежутки, но, однако, не настолько большие, чтобы он мог считать это отдыхом. Устройство ключевой централизации или даже более рациональное распределение работы может устранить эти недостатки.

Иdeen научного изучения и научной организации труда все более и более проникают в железнодорожную практику.

Но такая организация, в противоположность тейлоризму, должна прежде всего учитывать условия здоровья и жизни самого рабочего, не увеличивая напряжения его работы сверх допустимого для его здоровья.

В этом случае задача русского техника сложнее, чем заграничного.

Составляя одно крупное цельное хозяйство, дорога, однако, для успешного выполнения своих функций не может не дифференцировать свою работу между отдельными агентами.

В общем, можно ясно выделить три главнейших функции, соответствующие трем крупным административным разделам. Это:

1) Путь и служба пути и зданий, занятая содержанием в порядке пути, мостов и всех сооружений (около 20—25% всех расходов дороги).

2) Тяга и служба тяги; занятая содержанием и управлением паровозов и вагонов, снабжением их топливом и т. д. (около 30—40% расходов дороги) .

3) Движение и служба эксплуатации, занятая организацией самой перевозки, приемкой и отправкой поездов и вагонов, погрузкой и выгрузкой грузов и пассажиров (около 30% расходов дороги).

Кроме этих трех служб, несущих главнейшие расходы (до 90%), имеется ряд вспомогательных отделов, как: служба связи, в ведении которой находится телеграф, телефон и сигнализация, материальная служба, ведающая приобретением материалов, врачебная часть, юридическая часть.

Во главе всей дороги стоит нач. дороги (и Правление при нем), которому и подчинены начальники всех служб и отделов.

В свою очередь каждая служба делится на более мелкие деления, доходя до последних линейных ячеек.

Так, например, служба пути разделяется на отделения длиной около 500 верст, участки пути длиной 100—200 верст, участки дорожных мастеров 15—20 верст, рабочие околотки 7—10 верст и т. д.

Служба движения—на отделения, участки и станции и т. д.

График так называемого административного деления дает наглядный перечень всех работников и их соподчинения.

Революция ввела в этот график ряд рабочих организаций: профсоюзные, культурно-просветительные и так называемые производственные совещания, которые, заботясь о нуждах и просвещении рабочих, в то же время содействуют через них и улучшению транспорта, поддерживая в самих рабочих сознание необходимости улучшить свое собственное дело.

ХIII. ПЕРЕЧЕНЬ ПОПУЛЯРНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

В настоящем труде не могут быть подробно развиты все детали дорожного дела и мы рекомендовали бы учащимся и учащим, при наличии интереса, обратиться к дополнительным пособиям достаточно популярного характера.

А. По жел. дорогам можно было бы отметить:

1. **Гордеенко.** Железные дороги. Курс для техников Путей Сообщения.

2. **Карейша.** Эксплуатация железнодорожных станций, изд. 1913 г.

3. **Митюшин.** Лекции по курсу жел. дорог, изд. 1922 г.

4. **Энгельгардт.** Краткое руководство по устройству жел.-дор. путей нормальной колеи, изд. 1917 г. Может быть приобретено только в Строит. Техникуме им. Каменева в Москве. Ц. около 50 коп.

Бернацкий. Общие понятия о железнодорожном пути и сооружениях 1923 г. Ц. 1 р. 25 к.

6. **Оппенгейм.** Россия в дорожном отношении. 1920 г. Большой статистический материал.

7. **Гибшман.** Эксплуатация жел. дор. (Литограф.).

В. По паровозам и механике:

1. Очень интересные и популярно написанные брошюры **Сыромятникова**:

Работа паровозной машины { по
Работа паровоза { 15 коп.

2. Спутник кочегара. Под редакцией **Якобсона**. Дает много данных и материал для опытов. Около 15—20 коп.

3. **С. Козюлькин**. Машиноведение. 1923 г. Составлено для средней школы, дает много материала для задач и расчетов, рассматривает, детально работу машин и двигателей. Около 2—3 руб.

4. **Вудфилл**. Механизация подъемно-транспортных работ 1925 г. ц. 90 коп. Интересные данные по механической погрузке.

5. **Фармаковский**. Машиноведение. Машинные двигатели и силовые станции. 1923 г. около 2 руб. Очень популярно, научно и интересно составленная книга, с хорошим материалом для подсчетов и очень хорошими чертежами.

6. **Бизюкин**. На железнодорожной станции. 1924 г. Брошюра относится к серии Физика и Химия в технических экскурсиях и хорошо приурочена к средней школе; разбирается главным образом паровоз.*).

7. **Ганффштенгель**. Техническое мышление и творчество. Одна из интереснейших популяризаций общих задач техники и их выполнения; рекомендуется в первую очередь. Ц. . . .

8. **Лермантов**. О том, как машины работают. 1922 г.

9. **Козьмин**. Подъемные и транспортные приспособления и устройства изд. 1925 г. Ц. 1 р. 25 к.

С. Общие произведения:

1. **Рымкевич**. Наука и техника. 1924 г.

2. **Менн и Твисс**. Учебник физики. 1922 г. (полное издание).

3. **Бачинский**. Учебник физики на производственной основе I ч. цена 1 руб.

4. **Образцов**. Энциклопедия путей сообщения, т. I. (печатается) Дает общие сведения о всех видах путей сообщения.

5. **Фролов**. Общие основы железнодорожного хозяйства. 1922 г. Дает интересные данные по общей экономике транспорта.

6. **Халатов**. Положение транспорта в 1923—24 году и его ближайшие перспективы. 1925 г. Ц. 30 коп. Дает новейший статистич. материал и перспективы транспортных задач.

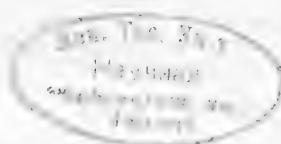
В. Образцов.

*) В той же серии изд. «Сеятель», ожидаются к изданию: М. Иванов.—В машинном отделении; Иванов—На электрической станции; Бажин—На машиностроительном заводе; Евангулов—На металлургическом заводе,—которые, судя по Бизюкину, также подойдут, как пособия.

Оглавление.

	Стр.
Предисловие	3
Гл. I. Железнодорожный путь летом	5
Особенности железных дорог. Сила тяги (стр. 5). Уклоны (стр. 5). Общее устройство дороги (стр. 6). Рельсы (стр. 7). Шпалы (стр. 9). Балласт (стр. 10). Полотно (стр. 11). Укладка и содержание пути (стр. 14). Особенности устройства пути за границей (стр. 15).	
Гл. II. Искусственные сооружения	15
Трубы (стр. 15). Мосты балочные (стр. 16). Иные виды мостов (стр. 19). Опоры и устой (стр. 20). Постройка устоев (стр. 21). Сборка мостов (стр. 22). Каменные и железобетонные мосты (стр. 24).	
Гл. III. Железнодорожный путь зимой	25
Влияние зимних условий на путь (стр. 25). Борьба со снегом (стр. 26). Заносы (стр. 27). Лавины (стр. 28).	
Гл. IV. Вагоны	30
Колеса, буксы, рессоры (стр. 30). Рама вагона (стр. 31). Сцепка (стр. 32). Буфера (стр. 32). Тормоза (стр. 33). Пассажирские ва- гоны (стр. 35). Товарные вагоны (стр. 37). Холодный транспорт (стр. 39).	
Гл. V. Паровоз	40
Идея паровоза и его изобретение (стр. 40). Схема работы (стр. 41). Кулисса (стр. 42). Арматура (стр. 43). Типы и виды паровозов (стр. 45). Полезное действие и расчет паровоза; индикаторная диаграмма (стр. 47). Тендер (стр. 52). Другие виды механических двигателей. Электрические двигатели.	
Гл. VI. Водоснабжение	55
Задачи и источники водоснабжения (стр. 55). Схема водоснабжения (стр. 56). Гидравлическая колонна (стр. 58). Насос Вортингтона (стр. 59). Пневматическое водоснабжение (стр. 61).	
Гл. VII. Товарные помещения и склады	62
Товарные помещения (стр. 62). Механизация грузовых операций (стр. 63). Оборудование больших пакгаузов (стр. 65). Элеваторы. Угольные, лесные и нефтяные склады (стр. 66).	
Гл. VIII. Станционные пути и маневры	66
Стрелки (стр. 69). Тележки и круги (стр. 72). Станционные операции (стр. 73). Маневры (стр. 74). Горки (стр. 78).	
Гл. IX. Сигнализация и централизация	79
Столкновение вагонов и поездов и связь между станциями (стр. 79). Сигналы (стр. 81). Влияние стрелок (стр. 83). Стрелочные замки (стр. 83). Централизация стрелок (стр. 84).	

Гл. X. Мастерские и паровозные депо	87
Депо и его задачи (стр. 87). Мастерские и ремонт (стр. 88). Литейная (стр. 90). Кузница (стр. 91). Токарно-механическая (стр. 92).	
Гл. XI. Центральные (силовые) станции	97
Выгода центральных станций (стр. 97). Источники энергии (стр. 98). Паровые установки (стр. 98). Тепловые двигатели (стр. 100). Паро-электрические установки (стр. 101). Паро-турбинные станции (стр. 102). Гидро-электрические станции (стр. 103). Электрификация железнодорожных мастерских (стр. 103).	
Гл. XII. Общие выводы и общая организация транспорта	104
Задачи и экономика транспорта (стр. 104). Организация дороги (стр. 106).	
Гл. XIII. Перечень популярной литературы	107

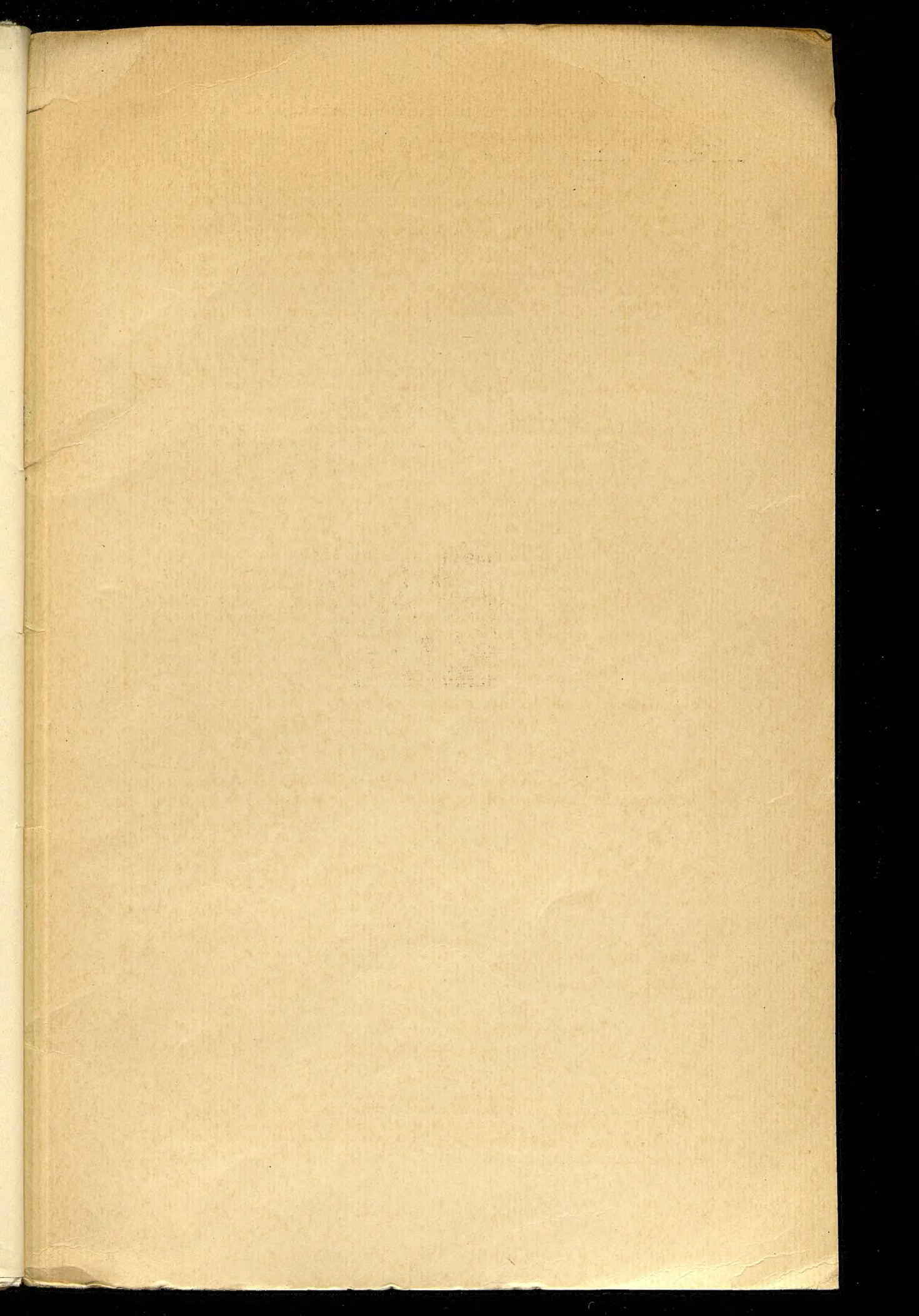


А. ТЕХНИЧЕСКИЕ.

- Переустройство ст. Иваново. 1902 г. (Инж. Дело № 2, 1902 г.).
 Геометрические элементы для расчета стрелочных улиц и переводов при проектировании станций. 1904 г. (Инж. Дело № 1 и 2, 1904 г.).
 К вопросу о проектировании станций и их расчете.
 К вопросу о производстве строительных и путевых работ на казенных дорогах. } Труды 14 с'езда Сл. Пути 1906.
 Глушицкая узкоколейная ветвь. (Труды 15—с'езда Сл. Пути, 1908 г.).
 К пересмотру правил о постройках, складах, раскопках и рассадках вблизи линии жел. дор. 1935 г. (Инж. Дело № 4, 1905 г.).
 Доходность железной дороги и ее графическое изображение. 1907 г. (Известия Моск. Инж. Учил. вып. I).
 Теоретические исследования по обороту вагонов. 1909 г. (Извест. Моск. Инж. Учил., вып. III).
 Горные дороги Швейцарии: 1910 г. (Изв. Моск. Инж. Училища, вып. IV).
 Станция Bruxelles Nord и ее работа. 1911 г. (Изв. Моск. Инж. Училища, вып. V).
 Массовый транспорт железнодорожный и водный. 1913 г. (Зап. Моск. Отд. Русск. Техн. О-ва № 6 1913 г.).
 К вопросу об узкой колее (Изв. Собр. Инж. П. С. № 12, 1915 г.).
 Доклад на Совещании о жел.-дор. строит. при М. Областн. Военно-Пром. Ком. 1916 г. (Изд. В.-Пр. Ком. № 10).
 К вопросу о путях сообщения для фронта. 1916 г.
 Переправы и полевые мосты 1916 г.
 Экономические под'ездные пути (Образцов и Энгельгард). 1916 г.
 Восстановление разрушенных мостов (Образцов и Митропольский). 1917 г.
 О демобилизации и ближайших задачах в обл. и транспорта. 1918 г. (Изв. Моск. В.-Пром. Комит. № 48—49 и 50, 1917 и 1918 г. г.).
 Транспорт Моск. Промышл. района. Методы его удешевления и улучшения. 1920 г.
 Транспорт. Систематические программы лекций. Изд. 1922 г. и 2 изд. 1924 г.
 Механизация транспорта и грузовых операций. } Труды конференции по На-
 Уплотнение транспорта. } учной Организ. Труда. 1922 г.
 Проект распределения узлов на русской жел.-дор. сети и сортировочная работа в них. (Техн. и Эконом. № 12, 1922 г.).
 Различные типы дорог, их достоинства, недостатки и принципы ж.-дор. сети. (Техника и Эконом. № 19—20 1922 г.).
 Местный транспорт в развитии производ. сил страны. 1924 г.
 Некоторые вопросы ж.-д. транспорта Центр. пром. области. (Труды Госплана, кн. V, 1925 г.).
 Проекты и идеи по развитию русских станций в период мировой и гражданской войны. Труды 21 с'езда Сл. Эксплоатации. Изд. 1925 г.
 Энциклопедия путей сообщения, 1925 г.

Б. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ.

- Архитектурное отделение Бильского техникума. 1910 г. (Зап. Моск. Отдел. Русск. Техн. О-ва № 1).
 Исторический очерк Среднего Стр.-Техн. Учил. Моск. Инжен. и Педагогов за 1907—13 г. г. М. 1914 г.
 Аксонометрия. Курс Стр.-Техн. Училищ. (литогр.) 1913 и 1922 г.
 Перспектива » » » (литогр.) 1914 г.
 Промышленные Училища. (Вестник Инж. № 23, 1915 г.).
 О переходе на 4-летний курс и постепенном преобразовании средних техн. училищ. (Проф. Обр., № 1, 1916 г.).
 Об организации военно-дорожных курсов. (Проф. Образ. № 4, 1916 г.).
 Схема профес. образов. (Знание-сила № 1, 1918 г.).
 Конспект лекций по начерт. геометрии. 1919 г. (Литогр.).
 О профес. образовании в Советской России. 1920 г.
 О построении учебных планов и программ для рабочих факультетов. (Вестн. Раб. Фак. № 2—6, 1921 г.).
 Цели и задачи конференции по учебно-программным вопросам раб. фак. (Знамя Рабфаковца № 1, 1922 г.).
 Работа конференции. (Знамя Рабфаковца № 2—3 1922 г.).
 Рабочие факультеты и их учебно-организационное развитие. (Знамя Рабф. № 4—5; 1922 г.).
 Второй Всероссийский съезд Рабфаков. (Знамя Рабфак. № 3—5, 1923 г.).
 О постановке курса организации труда и производства. (Знамя Рабф. № 8—9, 1923 г.).
 Некоторые итоги строительства раб. фак. (Знамя Рабф. № 8—9, 1923 г.).
 Опыт реорганизации учебной постановки в Моск. Инст. Инж. Пут. Сообщ. (Изд. Гос. Уч. Сов. 1924 г.).
 Графическая грамотность (Образцов и Журавлев). 1925 г.



18266

Цена 95 коп.

[7p]

